COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MARS 1847.

PRÉSIDENCE DE M. ADOLPHE BRONGNIART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Mémoire sur les circuits électrochimiques simples formés de liquides; par* M. BECQUEREL.

« Les tentatives faites jusqu'ici pour essayer de démontrer l'existence, dans l'organisme, de courants électriques exerçant une influence quelconque sur les phénomènes de la vie ont été infructueuses, attendu que les corps organisés ne renferment que des parties osseuses et tendineuses, des liquides séparés par des tissus ou des membranes s'opposant à leur mélange tant que subsiste la vie; substances avec lesquelles on n'a pu former jusqu'ici des appareils électrochimiques décomposants: cependant c'était là le point de départ de toute théorie électrophysiologique. Le but que je me propose, dans ce Mémoire, est de faire connaître les principes à l'aide desquels on parvient à former des appareils analogues à ceux qui peuvent se trouver dans l'organisme, en employant seulement des liquides, et subsidiairement de l'argile ou des membranes destinées uniquement à s'opposer au mélange immédiat de ces liquides.

» Volta, qui ne faisait jouer aucun rôle à l'action chimique dans les effets électriques de contact, considérait la solution de ce problème comme impossible : suivant lui, quand plusieurs corps conducteurs sont superposés les uns

au-dessus des autres, les états électriques des deux corps extrêmes sont les mêmes que s'ils étaient directement en contact; de sorte qu'en fermant le circuit, tous les signes d'électricité disparaissent. Davy, tout en adoptant la force électromotrice de Volta, et qui regardait néanmoins l'action chimique comme indispensable pour que l'électricité pût circuler dans les circuits fermés, dut, en conséquence, partager son opinion touchant les appareils à liquides.

» Cependant, les phénomènes électriques de la torpille et les contractions produites dans la grenouille lorsque l'on met en contact les muscles cruraux et les nerfs lombaires, à l'instant où l'animal vient d'être préparé, indiquaient déjà, dans les corps organisés, des circuits électriques composés seulement de liquides et de tissus.

» D'un autre côté, à l'époque de la lutte entre Galvani et Volta, ou, du moins, de leurs partisans, une expérience intéressante de Bacomio, à laquelle on fit peu d'attention, montrait également que des circuits électriques pouvaient être formés avec des liquides et des tissus tirés des corps organisés. Cette expérience consistait à produire les contractions de la grenouille avec une pile formée de tranches de racine de betterave en contact avec des disques de noyer privé de sa matière résineuse, et dont les deux extrémités étaient mises en communication, avec les muscles et les nerfs, au moyen de feuilles de cochléaria.

» Mais aujourd'hui qu'il est prouvé, par une foule de faits incontestables, que les effets électriques, dits de contact, ont une origine chimique, calorifique ou mécanique, il n'est plus permis de douter qu'un circuit électrochimique tout liquide ne soit possible; les faits suivants en vont donner la preuve. Avant de les exposer, je suis forcé de revenir sur l'appareil à force constante que j'ai fait connaître il y a environ dix-huit ans, et qui a servi de type à toutes les piles à courant constant construites depuis.

» Cet appareil se compose de deux bocaux en verre, contenant l'un, une solution de potasse caustique marquant 25 degrés à l'aréomètre, et l'autre, de l'acide nitrique ordinaire. Ces deux bocaux sont mis en communication au moyen d'un tube de verre recourbé, rempli de kaolin humecté d'une solution de nitrate de potasse. Dans l'acide et l'alcali plongent deux lames d'or ou de platine fixées chacune à un fil de même métal, et l'on ferme le circuit, en enroulant l'un sur l'autre les deux bouts libres des deux fils; on observe alors un courant électrique résultant de la réaction de l'acide et de l'alcali sur l'eau de la solution de nitrate. Dans cette double réaction, l'acide rend libre de l'électricité positive, l'alcali de l'électricité négative; dès lors la lame qui plonge dans l'acide est le pôle négatif, et celle qui se trouve

dans l'alcali, le pôle positif. L'intensité du courant éprouve peu de variations quand le circuit est fermé depuis quelque temps, attendu que les lames ne sont pas sensiblement polarisées : en effet, par suite de la circulation du courant, l'eau et le nitrate de potasse sont décomposés; l'acide et l'oxygène se déposent sur la lame d'or qui plonge dans la solution alcaline; la potasse et l'hydrogène, sur la lame d'or en contact avec l'acide. L'acide et l'alcali libres se trouvant en contact, le premier avec la potasse, le second avec l'acide nitrique, se combinent immédiatement avec les substances ambiantes; l'hydrogène réagissant sur les éléments de l'acide nitrique, la lame négative ne saurait être polarisée. Quant à la lame positive, où l'acide ne saurait rester, l'oxygène y devient libre et peut lui donner une certaine polarisation, qui finit par être constante; il s'ensuit qu'au bout d'un certain temps elle n'altère pas sensiblement l'intensité du courant. Il y a une autre condition à remplir pour former un appareil à force véritablement constante pendant un laps de temps considérable, avantage précieux dans les recherches qu'exige l'emploi d'une force invariable; il suffit pour cela d'introduire quelques modifications que je vais indiquer.

» Ces modifications consistent à remplacer les deux lames métalliques par des cylindres de charbon semblables à ceux employés dans les couples charbon-zinc, et à substituer au kaolin une mèche de coton ne remplissant pas entièrement le tube de communication. Au moyen de cette disposition, la combinaison entre l'acide et l'alcali est très-lente et s'opère d'une manière uniforme, surtout quand le tube a une certaine longueur. La substitution de la mèche de coton à l'argile est motivée particulièrement par le double inconvénient que présente celle-ci; elle se dessèche peu à peu en cédant son eau à l'acide et à l'alcali, et se remplit de cristaux de nitrate de potasse qui, en augmentant son volume, font éclater le tube.

» Une action chimique très-faible pouvant produire un courant électrique assez intense, il s'ensuit que le courant obtenu dans l'appareil possède une certaine intensité. Autre avantage : dans les couples ordinaires où l'on emploie, d'une part, du zinc amalgamé et un liquide actif, de l'autre, un métal ou autre corps conducteur inactif plongeant dans une solution de sulfate de cuivre à l'état de saturation, les effets électriques dus à l'oxydation du zinc et à la réaction des deux liquides l'un sur l'autre ne sauraient conserver une parfaite égalité, même pendant un très-court espace de temps; attendu, d'une part, que le liquide actif se chargeant continuellement d'un sel de zinc, son pouvoir conducteur doit changer à chaque instant, et que, de l'autre, le mercure se détachant peu à peu de la surface de ce métal, celle-ci

n'a plus son homogénéité première. Il n'en faut pas davantage pour que le courant ne soit pas rigoureusement constant.

» Rien de semblable n'arrive avec mon appareil, lorsque les bocaux ont de grandes dimensions et que le tube de communication a un diamètre suffisant pour que le nitrate de potasse cristallise sur la mèche de coton sans remplir de longtemps toute sa capacité. Le pouvoir conducteur des liquides ne changeant pas puisqu'ils restent constamment les mêmes, et la combinaison de l'acide et de l'alcali s'effectuant d'une manière uniforme au fur et à mesure qu'ils s'élèvent dans la mèche de coton par l'action capillaire, il n'y a pas de motifs pour que les effets électriques changent.

» L'appareil que j'ai formé récemment fonctionne avec une constance remarquable depuis six semaines. Il se compose de deux bocaux en verre, chacun d'une capacité de $1\frac{1}{2}$ litre, d'un tube de communication recourbé de $3^{déc},4$ de longueur et de $0^{déc},32$ de diamètre; d'une mèche de coton formée de la réunion de vingt mèches ordinaires, de deux cylindres creux en charbon ayant chacun 1 décimètre de long et $0^{déc},7$ de diamètre. Ces cylindres sont munis, à leurs bords supérieurs, d'un collet en platine auquel est fixé un fil de même métal destiné à fermer le circuit ou à le mettre en relation avec d'autres appareils.

» Un second appareil électrochimique, semblable au précédent, lui a été accouplé en mettant en communication les deux cylindres de charbon plongeant dans le même liquide. Ce système a été introduit dans le circuit d'un multiplicateur à fil court, dont l'aiguille aimantée était suspendue sur un pivot d'acier, afin qu'elle eût peu de sensibilité.

» Voici les effets que l'on a observés : dans les premières heures, l'aiguille aimantée a été déviée de 33 degrés : vingt-quatre heures après, la déviation n'était plus que de 28 degrés; la température ambiante était alors de 10 degrés. Le circuit a été ouvert pendant quelques heures, puis refermé ; l'aiguille alors s'est fixée à 30 degrés; la température était alors à 15 degrés. Les expériences furent recommencées au bout de deux jours, alors que la réaction des deux liquides devait s'opérer très-lentement et, par conséquent, d'une manière régulière. Tant que la température était de 8 à 10 degrés, la déviation était de 27 degrés : quand la température de la pièce où se trouvait l'appareil s'élevait à 15 degrés, l'aiguille se fixait à 28 degrés; la température s'abaissant, l'aiguille revenait à 27 degrés. La marche de l'aiguille aimantée était donc uniquement en rapport avec les variations de température. Cet effet est dû à ce que le pouvoir conducteur des liquides augmente avec la température. Cet état de choses dure depuis six semaines sans aucun changement. Si donc l'on disposait l'appareil avec des bocaux fermés avec des

bouchons à l'émeri, afin d'éviter l'évaporation, et dans lesquels seraient assujetties les branches du tube communiquant, il n'y aurait pas de motif pour qu'il se dérangeât de longtemps, surtout si on le plaçait dans un milieu dont la température fût constante.

» Pour avoir une idée de la force du courant, j'ai fait passer, dans le circuit du même multiplicateur, la décharge d'un couple charbon-zinc ayant les mêmes dimensions que l'appareil précédent, mais fonctionnant avec du sulfate de cuivre et de l'eau salée; la déviation de l'aiguille aimantée a été de 50 degrés, déviation correspondant à une intensité environ triple de celle du courant de l'appareil formé avec l'acide nitrique et la potasse. Si l'on avait employé un tube de communication d'un plus grand diamètre et une mèche de coton plus grosse, la somme des actions chimiques aurait été plus considérable ainsi que le pouvoir conducteur de la mèche humectée, et alors le courant aurait eu plus d'intensité, puisque cette intensité est proportionnelle à la quantité d'électricité qui passe dans le circuit.

» J'arrive maintenant au principe à l'aide duquel on peut établir un circuit électrochimique avec des liquides séparés ou non, avec de l'argile ou des membranes.

» Il a été établi que, dans la réaction d'un acide sur une solution alcaline, le premier rend libre de l'électricité positive, le second de l'électricité négative, et qu'il en est encore de même à l'égard de deux liquides réagissant chimiquement l'un sur l'autre; l'un pouvant toujours être considéré comme se comportant à la manière des acides, l'autre à la manière des alcalis : cela posé, si l'acide se trouve dans un bocal, l'alcali dans un autre, et que la communication soit établie entre les deux liquides au moyen d'un tube contenant une mèche de coton; si l'on plonge ensuite, dans chacun de ces liquides, le bout d'un tube recourbé en U, rempli d'argile humecté avec une solution de nitrate de potasse, y a-t-il circulation d'électricité dans tout le circuit? On avait admis, à priori, sans chercher à vérifier le fait, que la réaction de l'acide et de l'alcali sur l'eau de la solution de nitrate donnait lieu à un courant égal et dirigé en sens inverse du courant direct, c'est-à-dire de celui résultant de la réaction de l'acide sur l'alcali, de sorte que les effets étaient nuls.

» En raisonnant ainsi, on se trouvait, sans le vouloir, sous l'influence de la force électromotrice; mais en s'appuyant sur l'origine chimique de l'électricité dans le contact, on devait penser qu'il ne pouvait en être ainsi, attendu que les effets électriques produits devaient dépendre de la nature et de l'intensité des réactions chimiques ainsi que du pouvoir conducteur des liquides : l'expérience est venue confirmer cette induction.

» Si l'on plonge dans l'acide l'un des bouts d'un tube de verre de quelques millimètres de diamètre, rempli inférieurement avec de l'argile humectée d'une solution de nitrate de potasse, sur une longueur de 3 centimètres, et contenant, dans la partie supérieure, une certaine quantité de la même solution; et, dans la solution de potasse, un autre tube préparé de la même manière; puis, que l'on mette dans la solution de chaque tube une lame de cuivre non polarisée, en communication avec l'un des bouts du fil d'un multiplicateur, et qui soient incapables, par conséquent, de donner un courant quand elles sont en contact, l'une et l'autre, avec un liquide n'exerçant point ou n'exerçant que très-faiblement sur elles une action chimique, il y a aussitôt manifestation d'un courant électrique, assez faible à la vérité, dirigé dans le même sens que celui provenant de la réaction de l'acide sur l'alcali: il arrive quelquefois que ce courant est dirigé en sens inverse, ou qu'il n'est pas sensible. Nous verrons, dans un instant, d'où peut provenir cette inversion.

» En opérant avec des lames de platine au lieu de lames de cuivre, les effets sont nuls ou à peine sensibles; il est facile de s'en rendre compte, quand on plonge, en général, dans une solution, deux lames de métal servant à transmettre un courant de faible intensité. Si ces lames ne sont point attaquées par le liquide, la résistance au passage est telle, que le courant ne peut être transmis. Mais il n'en est plus ainsi quand le liquide réagit sur le métal; dans ce cas, la très-faible portion de courant qui n'était pas sensible réagit sur le liquide, le décompose, quoique en quantité excessivement petite, dépose l'acide ou l'agent qui se comporte comme tel sur la lame positive, laquelle est attaquée et y détermine une réaction chimique produisant un courant dirigé dans le même sens que le premier. La somme des deux courants devient appréciable au multiplicateur, alors que l'un d'eux ne l'est pas; c'est précisément ce qui arrive dans l'expérience précédente.

» Il faut toujours en agir ainsi quand on transmet dans un liquide, au moyen de deux lames de métal, un très-faible courant destiné à être rendu sensible au galvanomètre ou à la grenouille préparée à la manière de Galvani.

» En substituant à la solution de nitrate de potasse une solution saturée de chlorure de sodium, les effets électriques sont inverses, c'est-à-dire que l'action principale, celle de l'acide sur l'alcali, est vaincue, sous le rapport des effets électriques toutefois, par les actions combinées de l'acide et de l'alcali sur la solution. On serait peut-être porté à croire que cette inversion est due à la réaction de l'acide nitrique sur le chlorure de sodium; mais il

n'en est pas ainsi, car, en remplaçant l'acide nitrique par l'acide chlorhydrique, les effets électriques sont encore les mêmes

» Dans les expériences précédentes, les deux lames de cuivre ne jouant qu'un rôle passif, on doit en tirer la conséquence, qu'en les remplaçant par un autre corps, même liquide, le courant électrique doit circuler également. Mais, avant de prouver qu'il en est ainsi, je dois expliquer ce qui se passe dans des circuits comme le précédent, où il existe plusieurs réactions chimiques, en ne m'appuyant que sur les lois du dégagement de l'électricité dans ces mêmes réactions.

» Les appareils, quels qu'ils soient, n'accusent que des portions excessivement faibles, échappées à la recomposition, des électricités dégagées au contact de deux corps réagissant chimiquement l'un sur l'autre. La recomposition dépend du pouvoir conducteur relatif de ces corps, de celui du circuit et de la facilité qu'éprouve chaque électricité à passer d'un corps dans l'autre. Or, dans l'expérience faite avec les deux tubes préparés avec de l'argile humectée d'une solution de nitrate de potasse, il y a trois réactions chimiques donnant lieu chacune à un dégagement d'électricité; savoir : une principale et deux autres secondaires. La réaction principale a lieu entre l'acide et l'alcali, corps qui sont les meilleurs conducteurs parmi les liquides; les deux réactions secondaires ont lieu entre l'acide et l'alcali, avec l'eau de la solution : celle-ci ayant un pouvoir conducteur beaucoup moins bon que l'acide et l'alcali, il s'ensuit que la recomposition électrique au contact de l'acide et de l'alcali, toutes choses égales d'ailleurs, doit être plus considérable que celle qui a lieu au contact de l'acide ou de l'alcali avec la solution. J'ai supposé toutes choses égales d'ailleurs; mais il n'en est pas ainsi, attendu que les effets électriques produits dans les actions chimiques, abstraction faite de la recomposition, sont en rapport avec l'énergie de ces actions. Dans les combinaisons, les quantités atomiques de matière étant associées à des mêmes quantités d'électricité, plus, dans le même temps, il y a d'éléments qui réagissent les uns sur les autres, plus il y a d'électricité rendue libre momentanément. D'un autre côté, la recomposition dépendant du pouvoir conducteur du circuit, on conçoit, d'après cela, qu'il peut très-bien se faire que la somme des effets électriques produits dans les deux réactions secondaires l'emporte sur les effets provenant de l'action principale.

» Les effets inverses cités précédemment dans l'emploi du nitrate de potasse et du chlorure de sodium s'expliquent donc sans difficulté, en s'appuyant sur les notions que nous possédons à l'égard des effets électriques produits dans les actions chimiques. Les phénomènes dont il est question ici, sont très-complexes à la vérité, de sorte qu'ils échappent à tous

moyens de mesure, non-seulement en raison des causes, difficiles à apprécier, qui concourent à leur production, mais encore parce que leur intensité, dépendant du pouvoir d'imbibition de l'argile, doit varier à chaque instant. Il arrive un moment où l'imbibition est telle, que le circuit possède son maximum de conductibilité; alors la recomposition au contact doit diminuer, vu que la facilité qu'éprouvent les deux électricités à se recombiner en suivant le circuit augmente à proportion de la conductibilité.

» Les considérations dans lesquelles je viens d'entrer m'ont fait adopter les dispositions suivantes, pour la formation des appareils électrochimiques composés de liquides seulement.

» J'ai dit précédemment que, dans le circuit acide nitrique, potasse et nitrate de potasse, il y avait trois réactions chimiques donnant lieu à deux courants dirigés en sens inverse: or la réaction de l'acide sur la solution fournissant de l'électricité négative à celle-ci, et d'autant plus que la solution est moins acide, il s'ensuit qu'en rendant cette solution acide, on diminue l'intensité des effets électriques produits. Il en est de même à l'égard de la potasse relativement à la solution de nitrate de potasse. Si donc, dans les tubes communiquant, on s'arrange pour que l'argile soit, d'un côté, de moins en moins acide, et, de l'autre, de moins en moins alcaline, on affaiblit tellement les effets électriques secondaires agissant en sens inverse des effets résultant de l'acide sur l'alcali, que ceux-ci deviennent prépondérants, et d'autant plus que le pouvoir conducteur du circuit est devenu plus considérable.

» Soient deux bocaux A et A′ renfermant, comme à l'ordinaire, l'un, de l'acide nitrique ordinaire, l'autre, une solution de potasse marquant 25 degrés à l'aréomètre, et en relation l'un et l'autre au moyen d'un tube recourbé communiquant, dans lequel se trouve une forte mèche de coton. On prend deux tubes en U de 2 décimètres chacun de long et d'un diamètre d'environ 2 centimètres, que l'on prépare comme il suit: après avoir humecté de l'argile avec de l'acide nitrique, et une autre portion d'argile avec une solution saturée de nitrate de potasse, on fait un mélange de cinq parties d'argile humectée avec la solution de nitrate et d'une partie d'argile préparée avec l'acide; on mélange de la même manière quatre parties de la première et une de la seconde; ainsi de suite, jusqu'au mélange d'une partie de l'une avec une partie de l'autre. On introduit ensuite dans le tube de l'argile humectée seulement avec la solution de nitrate, puis de l'argile du premier, du deuxième, du troisième, du quatrième mélange, et, enfin, de l'argile humectée seulement avec de l'acide nitrique. On prépare de la même manière l'autre tube avec des mélanges d'argile humectée avec une solution de

nitrate de potasse et de potasse caustique. Au moyen de ces dispositions, on conçoit que la quantité d'acide qui humecte l'argile va continuellement en diminuant, ainsi que la quantité de solution potassique qui humecte l'argile du second tube; on régularise ainsi le décroissement des quantités d'acide et d'alcali dans l'argile.

» Le bout du premier tube qui contient de l'argile acidulée est plongé dans l'acide, et le bout qui renferme l'argile alcalisée, dans la solution alcaline. Les deux autres bouts, qui ne renferment que de l'argile humectée avec la solution de nitrate de potasse, sont plongés chacun dans un bocal contenant une certaine quantité de solution de nitrate de potasse. On remplit ensuite à moitié deux autres tubes de 5 ou 6 centimètres de longueur et de plusieurs millimètres de diamètre, avec de l'argile humectée de la solution de nitrate, et l'on plonge chacun de ces tubes par le bout préparé dans un des deux derniers bocaux. Les bouts supérieurs sont remplis de la solution de nitrate; les extrémités préparées de ces tubes sont coiffées avec de la toile fixée sur les parois avec du fil très-fort pour empêcher l'argile de descendre. Ces deux tubes supplémentaires, fixés au moyen de bouchons, permettent d'opérer pendant longtemps avec des dissolutions de nitrate parfaitement neutres. On peut s'en passer quand l'appareil vient d'être préparé; il faut avoir l'attention, toutefois, de s'assurer, de temps à autre, si le liquide des deux petits bocaux ne devient pas acide ou alcalin.

» Quand l'appareil a été bien disposé, si l'on plonge dans chacun des bocaux extrêmes une lame de cuivre parfaitement décapée non polarisée, en communication l'une et l'autre avec un multiplicateur, on ne tarde pas à reconnaître l'existence d'un courant assez énergique dû uniquement à la réaction de l'acide sur l'alcali, puisque les deux lames ne jouent seulement qu'un rôle passif, et que les effets secondaires ont été à peu près annulés. L'effet, bien entendu, est au maximum quand le décroissement de l'acide et de l'alcali qui humectent l'argile suit une marche régulière. En substituant l'eau salée au nitrate, le courant chemine en sens inverse, comme il a été dit précédemment.

» Si l'on établit la communication entre les deux bocaux extrêmes avec un tube recourbé rempli d'une solution de nitrate de potasse, on a un circuit fermé, composé de liquides, dans lequel l'électricité circule. Je vais le démontrer.

» L'emploi d'un multiplicateur est très-difficile, attendu que l'on ne peut employer les appareils construits avec un fil métallique, puisque l'on ne doit introduire dans le circuit aucun corps conducteur solide; cepen-

dant je suis parvenu à construire un multiplicateur dans lequel le circuit était liquide, mais l'aiguille aimantée n'était affectée que lorsque le courant avait une certaine intensité. Le fil conducteur était remplacé par une ficelle de 4 mètres de longueur, humectée d'une solution de chlorure de calcium, composé très-déliquescent et entouré de taffetas gommé, recouvert de vernis à la gomme laque. Cette ficelle, ainsi préparée, a pu être enroulée autour de la caisse d'un multiplicateur. L'aiguille était affectée quand le circuit était parcouru par la décharge d'un couple voltaïque, et nullement par celle de mon appareil lorsque les deux bouts de la ficelle plongeaient dans les deux bocaux extrêmes. Je ne doute pas qu'en donnant une longueur suffisante à la ficelle, et qu'en rendant le système des aiguilles parfaitement astatique, on ne rende sensible le courant de l'appareil électrochimique à liquides.

» Il existe deux moyens de montrer que le courant électrique circule dans le circuit tout liquide. Le premier consiste à faire naître les contractions dans la grenouille préparée à la manière de Galvani, comme il suit : on prépare deux tubes de quelques millimètres de diamètre et recourbés à l'une des extrémités, avec de l'argile humectée d'une solution de nitrate de potasse; les deux bouts non recourbés sont plongés dans les deux petits bocaux additionnels. On prend ensuite une grenouille disposée convenablement, et, quand son courant propre a cessé de manifester son action, on met en contact les muscles et les nerfs avec les bouts libres de chaque tube. Les contractions ont lieu aussitôt. Nul doute, d'après cela, que, lorsque l'appareil est fermé avec un tube rempli d'un liquide, l'électricité ne circule; l'action est tellement marquée, qu'une douzaine de contacts dans une expérience a produit le tétanos.

» Le second moyen pour mettre en évidence la circulation du courant est d'opérer les décompositions électrochimiques comme il suit :

» On prend le tube recourbé, rempli de la solution de nitrate de potasse, et servant à fermer le circuit, et l'on met de l'oxyde d'argent dans le bout qui est tourné vers l'acide; puis l'on ferme les deux extrémités avec de l'argile humectée, et l'on coiffe avec un linge; vingt-quatre heures après, la portion de l'oxyde en contact avec l'argile est réduite, et l'argent est cristallisé en dendrites.

» L'expérience paraît mieux réussir en mettant dans le bocal où plonge le bout renfermant l'oxyde d'argent, du protoxyde de fer nouvellement précipité, et fermant hermétiquement. Le protoxyde de fer qui est au pôle positif aide à la décomposition de l'eau et, par suite, à la réduction de l'oxyde.

» La circulation du courant ne pouvant s'effectuer qu'autant qu'il y a des décompositions successives dans tout le circuit, il s'ensuit qu'au contact même de l'acide et de l'alcali où s'opèrent la combinaison et, par suite, le dégagement de l'électricité, il y a en même temps décomposition de l'eau et du nitrate de potasse; l'oxygène et l'acide parcourent donc toute la partie acide de l'appareil, pour se rendre dans la partie alcaline jusqu'au point de départ, tandis que l'hydrogène et la potasse suivent une route opposée, pour revenir également à la surface de contact. Il suit de là qu'en même temps que l'eau et le nitrate sont décomposés à la surface même de contact de l'acide et de l'alcali, il y a recomposition des éléments séparés après qu'ils ont parcouru le circuit; cette série continue de décompositions et de recompositions cesse d'avoir lieu dans les parties où les éléments transportés ne peuvent franchir les surfaces de contact de certains liquides dans lesquels la décomposition électrochimique ne saurait s'effectuer. Les éléments deviennent alors libres. Ces phénomènes devront être pris en considération dans l'étude des phénomènes électrophysiologiques.

» Les applications peuvent être multipliées; mais l'exemple que j'ai cité suffit pour établir le principe.

» Je n'ai employé que le kaolin ou l'argile exempte de pyrites, afin de retarder, autant que possible, le mélange des liquides, et de pouvoir opérer pendant longtemps; mais on peut composer des appareils tout liquides, sans se servir de ces matières, dont les surfaces jouissent de propriétés particulières que nous devons éviter, pour montrer les phénomènes dans toute leur simplicité. Il suffit, pour cela, d'établir la communication entre les deux liquides actifs qui réagissent l'un sur l'autre, avec des tubes effilés aux deux bouts et remplis de liquides qui, en vertu de l'action capillaire, ne se déplacent que difficilement quand les niveaux sont les mêmes partout. L'action capillaire ne s'oppose, à la vérité, que peu de temps au mélange; mais ce temps suffit, néanmoins, pour mettre en évidence les effets électromagnétiques et électrophysiologiques dont il a été question. Quant aux effets électrochimiques, comme ils exigent, pour être sensibles, un certain temps, je n'ai pu en obtenir la manifestation; mais on ne saurait douter qu'ils ne fussent également produits, puisqu'ils sont une conséquence des deux autres. Au lieu d'établir la communication avec un tube, on peut en prendre deux, trois, et même un plus grand nombre, afin d'augmenter les effets.

» Dans les appareils précédents, on s'est servi, pour agents producteurs de l'électricité, de l'acide et de l'alcali, afin de mettre en présence deux agents ayant une forte affinité l'un pour l'autre. On aurait pu employer

d'autres solutions; mais alors il aurait fallu donner moins de longueur aux tubes, attendu que, le pouvoir conducteur diminuant en raison inverse de la longueur pour la même section, et le pouvoir conducteur spécifique de chaque liquide étant beaucoup moins grand que celui des acides et des alcalis, il s'ensuit que, pour avoir des effets marqués, il faudrait que les tubes eussent de très-petites longueurs. Je mentionnerai, toutefois, un cas qui doit être pris en considération dans les expériences où il s'agit d'étudier les effets des circuits tout liquides. Quand on prend pour liquide actif une solution saturée de sulfate de cuivre aussi neutre que possible, et une solution de carbonate de potasse, et pour liquide intermédiaire une solution de chlorure de sodium ou de nitrate de potasse, les effets électriques ne sont pas sensibles soit au galvanomètre, soit à la grenouille : cela tient à ce que, lorsque deux dissolutions réagissent l'une sur l'autre de manière à produire une double décomposition, il y a absence d'effets électriques, par suite de neutralisation complète des électricités dégagées. C'est une conséquence des lois qui ont été établies : ainsi, il n'est pas étonnant que la simple réaction du carbonate de potasse sur le sulfate de cuivre ne produise pas d'effets électriques appréciables.

» Les développements dans lesquels je viens d'entrer, relativement à l'action décomposante des appareils électrochimiques, indiquent que, dans les corps organisés, il doit se produire des phénomènes analogues, puisque ces corps ne renferment que des liquides et des membranes qui peuvent servir à constituer des appareils et des parties solides qui n'interviennent en rien. Dans un autre Mémoire, j'examinerai la question sous le point de vue organique. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Mémoire sur de nouvelles formules relatives à la théorie des polynômes radicaux, et sur le dernier théorème de Fermat* (suite); *par* M. **Augustin Cauchy.**

« Lorsqu'on veut faire servir à la démonstration du dernier théorème de Fermat la considération des polynômes complexes, on a deux problèmes distincts à résoudre. D'abord, comme l'a fort bien remarqué M. Liouville, on doit faire voir qu'un produit de polynômes complexes ne peut être décomposé en facteurs premiers que d'une seule manière; puis, en supposant ce principe établi, on doit en déduire le théorème de Fermat. Les observations de M. Liouville et celles que j'ai insérées moi-même dans le *Compte rendu* de la dernière séance, prouvent la nécessité d'attaquer ces deux

problèmes. Je commencerai par m'occuper du premier. Après quelques recherches, je suis parvenu à le ramener à une question de maximum, ainsi qu'on le verra dans le paragraphe suivant.

§ II. — *Sur la décomposition d'un polynôme radical en deux parties, dont l'une corresponde à une factorielle plus petite que l'unité.*

» Supposons que, ρ étant une racine primitive de l'équation binôme

(1) $$x^n = 1,$$

on pose

(2) $$f(\rho) = \alpha + 6\rho + \gamma\rho^2 + \ldots + \eta\rho^{n-1},$$

$\alpha, 6, \gamma, \ldots, \eta$ étant des coefficients réels. Si ces coefficients s'évanouissent tous, à l'exception du premier, le polynôme radical $f(\rho)$ sera réduit à une quantité réelle α, et la factorielle correspondante au même polynôme sera représentée par α^m, m étant le nombre des entiers inférieurs à n, et premiers à n. Alors aussi le polynôme $f(\rho)$, réduit à la quantité réelle α, pourra être décomposé en deux parties, dont la première soit entière, et dont la seconde corresponde à un module compris entre les limites 0, 1, par conséquent à une factorielle inférieure à l'unité. Il y a plus : en augmentant ou diminuant de l'unité, s'il est nécessaire, la première partie, on pourra toujours faire en sorte que le module de la seconde partie devienne inférieur à $\frac{1}{2}$, et la factorielle correspondante à $\frac{1}{2^m}$. Voyons maintenant s'il sera possible d'arriver à des résultats du même genre, dans le cas où les coefficients $6, \gamma, \ldots$ cessent de s'évanouir tous à la fois, et si, dans ce cas encore, le polynôme $f(\rho)$ pourra être décomposé en deux parties, dont la première soit un autre polynôme à coefficients entiers, mais tellement choisis, que la factorielle correspondante à la seconde partie devienne inférieure à l'unité.

» Soient

$$1,\ a,\ b, \ldots,\ h$$

les entiers inférieurs et premiers à n. Posons, comme dans le § Ier,

$$f(\rho) = re^{p\sqrt{-1}},\quad f(\rho^a) = r_a e^{p_a\sqrt{-1}}, \ldots,$$

$r, r_a, \ldots$ étant les modules des polynômes $f(\rho), f(\rho^a), \ldots$

Enfin, soit

(3) $$\Theta = F(\alpha, 6, \gamma, \ldots, \eta) = r r_a \ldots r_h = r^2 r_a^2 \ldots$$

la factorielle relative au polynôme radical $f(\rho)$; et concevons que, dans la formule (3), on attribue aux coefficients

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma,\ldots,\ \eta$$

des accroissements entiers, positifs ou négatifs, représentés par

(4) $$\Delta\alpha,\ \Delta\beta,\ \Delta\gamma,\ldots,\ \Delta\eta.$$

La factorielle Θ prendra un accroissement correspondant $\Delta\Theta$, et parmi les diverses valeurs de $\Theta + \Delta\Theta$, il y en aura généralement une qui sera inférieure à toutes les autres. Nommons T cette plus petite valeur. La question qu'il s'agit de résoudre consiste évidemment à savoir si l'on aura toujours

(5) $$\mathrm{T} < 1.$$

» Nous observerons d'abord qu'en choisissant d'une manière convenable les accroissements attribués aux coefficients $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \eta$, on peut abaisser la valeur numérique de chacun de ces coefficients au-dessous de $\frac{1}{2}$, et par conséquent la somme s_2 de leurs carrés au-dessous du nombre $\frac{1}{4}\,l$, l étant le nombre de ceux des coefficients qui ne sont pas alors réduits à zéro. D'ailleurs, en vertu de la formule (36) du paragraphe précédent, la valeur de Θ est toujours inférieure à $\left(\frac{n s_2}{n-1}\right)^{\frac{n-1}{2}}$. Donc, en opérant comme on vient de le dire, on obtiendra une valeur de $\Theta + \Delta\Theta$, qui vérifiera la condition

$$\Theta + \Delta\Theta < \left(\frac{n}{n-1}\,\frac{l}{4}\right)^{\frac{n-1}{2}},$$

et l'on aura encore, à plus forte raison,

(6) $$\mathrm{T} < \left(\frac{n}{n-1}\,\frac{l}{4}\right)^{\frac{n-1}{2}}.$$

D'ailleurs, le second membre de la formule (6) est égal ou inférieur à l'unité, quand on suppose $l = 2$, n étant supérieur à l'unité, ou $l = 3$, n étant supérieur à 3. Donc la condition (5) se vérifiera toujours, quand le polynôme $f(\rho)$, réduit si l'on veut à sa plus simple expression, renfermera deux termes seulement, n étant supérieur à l'unité, ou trois termes, n étant supérieur à 3. Il y a plus: en s'appuyant sur la formule (31) du § Ier, on prouvera assez facilement qu'on peut, à la condition (6), substituer

la suivante :

(7) $$T < \left(\frac{n-1}{n}\frac{l}{4}\right)^{\frac{n-1}{2}},$$

et qu'en conséquence, la condition (5) se vérifie encore quand le polynôme f (ρ) renferme quatre termes au plus, quelle que soit d'ailleurs la valeur de n.

» Supposons maintenant que, dans l'équation (3), les coefficients

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma,\ldots,\ \eta$$

reçoivent précisément les valeurs pour lesquelles la factorielle $\Theta + \Delta\Theta$ atteint sa plus petite valeur T, en sorte que cette plus petite valeur corresponde à des valeurs nulles des accroissements

$$\Delta\alpha,\ \Delta\beta,\ \Delta\gamma,\ldots,\ \Delta\eta,$$

et, par conséquent, à une valeur nulle de $\Delta\Theta$. L'équation

(8) $$\Delta\Theta = 0,$$

qui sera vérifiée quand on aura $\Theta = T$, se trouvera généralement remplacée, lorsque les accroissements $\Delta\alpha$, $\Delta\beta,\ldots$, $\Delta\eta$, ou du moins quelques-uns d'entre eux, cesseront de s'évanouir, par la formule

(9) $$\Delta\Theta > 0.$$

D'ailleurs si, comme dans le § I[er], on nomme Θ_α, ou Θ_β, ou Θ_γ... la nouvelle valeur que prend Θ, quand on y fait croître α, ou β, ou γ,... de l'unité, la valeur de $\Delta\Theta$, correspondante à cette hypothèse, sera représentée par la différence $\Theta_\alpha - \Theta$, ou $\Theta_\beta - \Theta,\ldots$, ou $\Theta_\eta - \Theta$. Donc la formule (9) comprendra les suivantes :

(10) $$\Theta_\alpha - \Theta > 0,\quad \Theta_\beta - \Theta > 0,\ldots,\quad \Theta_\eta - \Theta > 0.$$

Pareillement, si l'on nomme $\Theta_{-\alpha}$, ou $\Theta_{-\beta}$, ou $\Theta_{-\gamma},\ldots$, la nouvelle valeur que prend Θ quand on y fait décroître α, ou β, ou γ, de l'unité, la formule (9) donnera encore

(11) $$\Theta_{-\alpha} - \Theta > 0,\quad \Theta_{-\beta} - \Theta > 0,\ldots,\quad \Theta_{-\eta} - \Theta > 0.$$

Mais, en vertu de ce qui a été dit dans le paragraphe précédent, les divers termes de la suite

$$\Theta_\alpha,\ \Theta_\beta,\ldots,\ \Theta_\eta$$

seront les diverses valeurs que reçoit le produit Ω déterminé par la formule

(12) $\Omega = [1 + 2r\cos(p - \omega) + r^2][1 + 2r_a\cos(p_a - a\omega) + r_a^2]\ldots,$

quand on prend successivement pour valeurs de ω les divers termes de la progression arithmétique

(13) $0, \varpi, 2\varpi, 3\varpi, \ldots, (n-1)\varpi,$

la valeur de ϖ étant

(14) $\varpi = \frac{2\pi}{n}.$

Pareillement les divers termes de la suite

$$\Theta_{-\alpha}, \Theta_{-6}, \ldots, \Theta_{-\eta}$$

seront les diverses valeurs que reçoit le produit $\Omega_{,}$, déterminé par la formule

(15) $\Omega_{,} = [1 - 2r\cos(p - \omega) + r^2][1 - 2r_a\cos(p_a - a\omega) + r_a^2]\ldots,$

lorsqu'on attribue successivement à ω les n valeurs dont il s'agit. Donc les formules (10) et (11) seront vérifiées si l'on a

(16) $\Omega - \Theta > 0, \quad \Omega_{,} - \Theta > 0,$

pour l'une quelconque des valeurs de ω, comprises dans la progression (13).

» En résumé, la valeur T de Θ, pour laquelle la condition (8) sera remplie, quelles que soient les valeurs entières attribuées aux accroissements

$$\Delta\alpha, \Delta6, \ldots, \Delta\eta,$$

vérifiera constamment les formules (16). Cela posé, concevons que, pour un système donné de valeurs des coefficients $\alpha, 6, \gamma, \ldots, \eta$, on nomme Π le plus petit des termes compris dans les deux suites

$$\Theta_{\alpha}, \quad \Theta_{6}, \quad \ldots, \Theta_{\eta},$$
$$\Theta_{-\alpha}, \Theta_{-6}, \ldots, \Theta_{-\eta},$$

Π sera en même temps le plus petit des nombres qui représenteront les diverses valeurs de Ω, $\Omega_{,}$ correspondantes aux divers termes de la progression (13); et la condition (5) sera toujours remplie, si, pour des valeurs quelconques attribuées aux coefficients $\alpha, 6, \gamma, \ldots, \eta$, par conséquent aux

modules $r, r_a, r_b, \ldots$, et aux angles $p, p_a, p_b, \ldots$, la factorielle

(17) $$\Theta = r^2 r_a^2 r_b^2, \ldots$$

est constamment inférieure à l'unité, lorsqu'elle vérifie la formule

(18) $$\Theta = \text{ ou } < \Pi,$$

ou, ce qui revient au même, la formule

(19) $$\Theta = \theta \Pi,$$

θ désignant un nombre compris entre les limites o, 1.

» Observons, à présent, que si l'on pose

$$\alpha = 0, \quad 6 = 0, \quad \gamma = 0, \ldots, \quad \eta = 0,$$

les polynômes

$$f(\rho), \quad f(\rho^a), \ldots, \quad f(\rho^h)$$

s'évanouiront tous avec leurs modules. On aura donc alors

$$r = 0, \quad r_a = 0, \ldots, \quad r_h = 0,$$

et

$$\Theta = 0 < 1;$$

par conséquent, la condition (5) sera vérifiée. Alors aussi les formules (12) et (15) donneront

$$\Omega = \Omega_{,} = 1,$$

et, par suite, on aura

$$\Pi = 1.$$

» Supposons maintenant que les coefficients

$$\alpha, 6, \gamma, \ldots, \eta,$$

cessant d'être nuls, acquièrent de très-petites valeurs numériques qui soient entre elles dans des rapports donnés, et posons

(20) $$8^2 = r^2 + r_a^2 + \ldots + r_h^2,$$

on aura sensiblement, pour de très-petites valeurs de 8,

$$\Omega = 1 + 2 [r \cos(p - \omega) + r_a \cos(p_a - a\omega) + \ldots],$$
$$\Omega_{,} = 1 - 2 [r \cos(p - \omega) + r_a \cos(p_a - a\omega) + \ldots],$$

lorsque l'angle ω sera choisi de manière que la somme

$$r\cos(p-\omega)+r_a\cos(p_a-a\omega)+\ldots$$

ne s'évanouisse pas. Donc alors, des deux quantités $\Omega, \Omega_{,}$, la plus petite sera inférieure à l'unité, et l'on aura

$$\Pi < 1.$$

Alors aussi la valeur de Θ, tirée de la formule (17), sera très-petite, par conséquent inférieure à l'unité, et comme Π différera peu de l'unité, cette valeur de Θ vérifiera certainement la condition (18), ou, ce qui revient au même, la condition (19).

» Supposons, enfin, que les coefficients

$$\alpha,\ 6,\ \gamma,\ldots,\ \eta$$

continuent à varier, par degrés insensibles, avec les arguments

$$r,\ r_a,\ r_b,\ldots,$$

et les modules

$$p,\ p_a,\ p_b,\ldots,$$

et qu'en conséquence de cette variation, la valeur de 8 croisse indéfiniment. Quand la valeur de Θ, donnée par la formule (17), vérifiera la condition (18), on aura, d'une part,

$$\theta\Pi = r^2\, r_a^2\, r_b^2,\ldots, \tag{21}$$

θ étant un nombre inférieur à l'unité; et, d'autre part,

$$\Theta < 1,$$

tant que l'unité surpassera la valeur commune des deux membres de la formule (21), et, par suite, la valeur du produit

$$r r_a r_b \ldots.$$

Donc, en vertu de ce qui a été dit plus haut, la condition (5) sera toujours remplie, si l'unité surpasse la plus grande valeur de $\theta\Pi$, que l'on puisse déduire de la formule (21), en y faisant croître les modules

$$r,\ \ r_a,\ \ r_b,\ldots$$

par degrés insensibles à partir de zéro, et en supposant

$$\theta < 1.$$

Il y a plus : il est facile de s'assurer que cette plus grande valeur de $\theta\Pi$ correspond précisément à

$$\theta = 1.$$

Donc le premier des problèmes qu'il s'agissait de résoudre, se trouve ramené, comme nous l'avons dit, à une question de maximum, savoir à celle dont voici l'énoncé :

» *Problème.* Soit Π la plus petite des valeurs que fournissent pour Ω et pour $\Omega_{,}$ les formules (12) et (15), quand on y substitue successivement à la place de ω les divers termes de la progression (13). Concevons d'ailleurs que les modules

$$r, \quad r_a, \quad r_b, \ldots,$$

d'abord réduits à zéro, varient, par degrés insensibles, avec les arguments

$$p, \quad p_a, \quad p_b, \ldots,$$

de manière à vérifier l'équation

$$\Pi = r^2 r_a^2 r_b^2 \ldots. \tag{22}$$

On propose de rechercher la plus grande des valeurs que pourra prendre, dans cette hypothèse, la fonction Π, et d'examiner si cette plus grande valeur est inférieure à l'unité.

» On peut remarquer d'ailleurs que la plus grande des valeurs de Π sera précisément la limite supérieure à laquelle pourra s'élever, sans la dépasser jamais, la quantité représentée par la lettre T dans la formule (5).

» Le problème étant réduit à ces termes, donnons maintenant en quelques mots une idée succincte des procédés qui peuvent en fournir la solution.

» Comme nous l'avons déjà remarqué, les diverses valeurs de ω, comprises dans la progression (13), représentent des arcs dont les extrémités sont les sommets d'un polygone régulier de n côtés inscrit au cercle. Par une conséquence nécessaire, les arcs, que représenteront les diverses valeurs de $p - \omega$ et même de $\pi + p - \omega$ correspondantes aux diverses valeurs de ω, auront encore pour extrémités, lorsque le nombre n sera pair, les sommets d'un polygone régulier de n côtés. Mais si n est impair, les extrémités des arcs correspondants aux diverses valeurs de $p - \omega$ seront distinctes des

extrémités des arcs correspondants aux diverses valeurs de $\pi + p - \omega$; et les extrémités de ces deux espèces d'arcs marqueront les sommets d'un polygone régulier de $2n$ côtés. Il est aisé d'en conclure que, pour un système donné de valeurs des modules

$$r, \quad r_a, \quad r_b, \ldots,$$

Π sera inférieur au produit

$$\left(1 - 2r\cos\frac{\pi}{n} + r^2\right)(1 + r_a)^2(1 + r_b)^2 \ldots,$$

si n est un nombre pair, et au produit

$$\left(1 - 2r\cos\frac{\pi}{2n} + r^2\right)(1 + r_a)^2(1 + r_b)^2 \ldots,$$

si n est un nombre impair. Par suite aussi, lorsqu'on fera croître les modules

$$r, \quad r_a, \quad r_b, \ldots,$$

supposés d'abord réduits à zéro, par degrés insensibles, la valeur de Π, fournie par l'équation (22), ne pourra devenir supérieure à celle que détermineront les formules

$$(23) \qquad \left(1 - 2r\cos\frac{\pi}{n} + r^2\right)(1 + r)^{m-2} = r^m, \quad \Pi = r^m,$$

si n est un nombre pair, ou les formules

$$(24) \qquad \left(1 - 2r\cos\frac{\pi}{2n} + r^2\right)(1 + r)^{m-2} = r^m, \quad \Pi + r^m,$$

si est un nombre impair.

» Si, pour fixer les idées, on suppose $n = 4$, on aura $m = 2$; et, comme ρ sera une racine primitive de l'équation

$$x^4 = 1,$$

on aura encore

$$\rho^2 + 1 = 0, \quad \rho = \pm\sqrt{-1},$$
$$\Theta = (\alpha + \beta\rho)(\alpha + \beta\rho^3) = \alpha^2 + \beta^2.$$

Alors aussi les formules (23) donneront

$$(25) \qquad \begin{cases} 1 - r\sqrt{2} = 0, \quad r = \dfrac{1}{\sqrt{2}}, \\ \Pi = \dfrac{1}{2}; \end{cases}$$

et la quantité T elle-même ne pourra surpasser la limite supérieure $\frac{1}{2}$, que cette quantité atteindra effectivement, si dans la factorielle

$$\Theta = \alpha^2 + 6^2$$

on pose

$$\alpha = \pm \frac{1}{2} \quad \text{et} \quad 6 = \pm \frac{1}{2}.$$

» Supposons maintenant $n = 3$, on aura $m = 2$, et les formules (24) donneront

$$(26) \qquad \begin{cases} 1 - 2r\cos\frac{\pi}{6} = 0, \quad r = \frac{1}{\sqrt{3}}, \\ \Pi = \frac{1}{3}. \end{cases}$$

Par conséquent, la quantité Π et la quantité T elle-même auront pour limite supérieure la fraction $\frac{1}{3}$, qu'elles ne dépasseront jamais.

» Il importe d'observer que la première des équations (23) peut être présentée sous la forme

$$(27) \qquad \left[(1-r)^2 + \left(2\sin\frac{\pi}{2n}\right)^2 r\right](1+r)^{m-2} - r^m = 0.$$

Or, dans cette dernière équation, le premier membre sera réduit à l'unité, si l'on pose $r=0$; et, si l'on fait passer r, par degrés insensibles, de la valeur $r=0$ à la valeur $r=1$, le premier membre passera de la valeur 1 à la valeur

$$2^m\left(\sin\frac{\pi}{2n}\right)^2 - 1$$

qui sera négative, si l'on a

$$(28) \qquad \sin\frac{\pi}{2n} < \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{m}{2}},$$

et à plus forte raison, si l'on a

$$(29) \qquad \frac{\pi}{2n} < \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{m}{2}}.$$

Cela posé, il est clair que, si la condition (28) ou (29) est remplie, l'équation (27) offrira une racine positive comprise entre les limites 0, 1. Il est vrai qu'une autre racine positive sera comprise entre les limites 1 et ∞. Mais

de ces deux racines ce sera la plus petite, comprise entre les limites 0, 1, qui, substituée dans l'équation

$$\Pi = r^m,$$

fournira une limite supérieure à la valeur maximum de Π. On doit en conclure que, si la condition (28) ou (29) se vérifie, n étant un nombre pair, la valeur maximum de Π sera inférieure à l'unité, et qu'alors la condition (5) sera toujours remplie.

» Pareillement on conclura des formules (24) que, n étant un nombre impair, la condition (5) se vérifiera toujours, si l'on a

$$(30) \qquad \sin\frac{\pi}{4n} < \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{m}{2}},$$

et, à plus forte raison, si l'on a

$$(31) \qquad \frac{\pi}{4n} < \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{m}{2}}.$$

» Si l'on prend successivement pour n les nombres pairs

$$4,\ 6,\ 8,\ 10,\ 12,\ 14,$$

on trouvera, pour valeurs correspondantes de m, les nombres

$$2,\ 2,\ 4,\ 4,\ 4,\ 6,$$

et les valeurs correspondantes du produit

$$2n\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{m}{2}}$$

seront les nombres

$$4,\ 6,\ 4,\ 5,\ 6,\ \frac{7}{2},$$

qui sont tous supérieurs à $\pi = 3,1415\ldots$. Donc alors la formule (29) sera vérifiée, et l'on pourra en dire autant de la condition (5).

» Si l'on prend successivement pour n les nombres impairs

$$3,\ 5,\ 7,\ 9,\ 15,$$

on trouvera, pour valeurs correspondantes de m, les nombres

$$2,\ 4,\ 6,\ 6,\ 8,$$

et les valeurs correspondantes du produit

$$4n\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{m}{2}}$$

seront les nombres

$$6,\ 5,\ \frac{7}{2},\ \frac{9}{2},\ \frac{15}{4},$$

qui tous surpassent le nombre π. Donc alors la condition (31) sera vérifiée, et l'on pourra en dire autant de la formule (5).

» Il est donc déjà démontré que la condition (5) se vérifie pour tout nombre entier n qui ne surpasse pas le nombre 10, et même pour $n = 12$, ainsi que pour $n = 14$ et pour $n = 15$.

» Lorsque le nombre n est égal à 11 ou à 13, et lorsqu'il surpasse 15, les formules (23) et (24) ne fournissent plus le moyen de prouver que T reste toujours inférieur à l'unité. Mais on ne doit pas en conclure que la condition (5) cesse d'être remplie. Il y a plus : on est conduit à penser qu'elle doit l'être encore, par les raisons que je vais indiquer.

» Lorsque le nombre n est très-grand, un point quelconque de la circonférence décrite avec le rayon 1 est toujours très-voisin de l'un des sommets d'un polygone régulier de n côtés, ou de $2n$ côtés, inscrit à cette circonférence, et par conséquent très-voisin de l'extrémité de l'un des arcs représentés par les divers termes de la progression (13). Alors, assujettir l'angle ω à demeurer compris parmi les termes de cette progression, c'est, à peu de chose près, le laisser entièrement arbitraire. D'ailleurs si, dans la fonction Ω ou $\Omega_{,}$, on laisse l'angle ω entièrement arbitraire, la plus petite valeur Π de Ω ou de $\Omega_{,}$ sera une fonction entière des modules r, r_a, r_b,..., ainsi que des modules p, p_a, p_b,...; et alors la valeur maximum de Π, déterminée à l'aide du calcul différentiel, sera, comme je le prouverai dans un autre article, représentée par la fraction

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{m}{2}}.$$

Or cette dernière fraction, qui peut être considérée comme la valeur approchée du maximum de Π correspondant au cas où l'on prend pour ω un terme de la progression (13), sera très-petite, par conséquent très-inférieure à l'unité, quand le nombre n sera supérieur à 10 ; d'où il est naturel de conclure que la quantité dont elle représente une valeur approchée sera encore

inférieure à l'unité. Toutefois, comme les raisons que je viens d'énoncer ne suffisent pas pour constater en toute rigueur l'existence de la condition (5) dans tous les cas possibles, je me propose de revenir encore sur cet objet dans un autre Mémoire, et de compléter ainsi la solution du problème dont je viens de m'occuper.

» La formule (5), une fois établie, pour un nombre donné n, devient la base fondamentale de la théorie des polynômes complexes ou radicaux, qui renferment les racines de l'équation $x^n = 1$, et permet de résoudre avec une grande facilité des problèmes relatifs aux résidus quadratiques, cubiques, etc., ainsi qu'une multitude de questions de nombres. En partant de cette formule et en faisant usage de la méthode suivie par M. Dirichlet, dans le Mémoire que j'ai déjà cité, on obtient facilement la *décomposition des polynômes radicaux* ou complexes en *facteurs premiers*, c'est-à-dire en facteurs radicaux, dont chacun n'ait pour diviseurs que lui-même et les diviseurs de l'unité; puis l'on étend à ces polynômes et à ces facteurs les théorèmes que l'on démontre en arithmétique pour les nombres entiers. On reconnaît, par exemple, que *tout diviseur premier du produit de deux polynômes radicaux doit nécessairement diviser l'un des facteurs*, et que, *si un polynôme radical étant élevé à une puissance du degré n, on décompose cette puissance d'une manière quelconque en facteurs premiers entre eux, chaque facteur sera nécessairement une autre puissance du degré n, ou du moins le produit d'une telle puissance par un diviseur de l'unité.* On reconnaît enfin que, *si, n étant un nombre premier, $\varphi(\rho)$ est un facteur premier d'un nombre premier p, les seuls facteurs premiers de p seront les termes de la suite*

$$\varphi(\rho),\ \varphi(\rho^2),\ \ldots,\ \varphi(\rho^{n-1}),$$

et les produits de ces termes par les diviseurs de l'unité. Ces mêmes termes seront, comme il est aisé de le voir, premiers entre eux, lorsque le nombre p sera de la forme $nl + 1$, et alors leur produit sera précisément égal à p. Mais, si le nombre premier p se réduit au nombre premier n, supposé impair, ses facteurs premiers, représentés par les termes de la suite

$$1 - \rho,\quad 1 - \rho^2, \ldots,\quad 1 - \rho^{n-1},$$

cesseront d'être premiers entre eux, puisque l'un quelconque de ces termes est le produit d'un autre arbitrairement choisi par un diviseur de l'unité. »

ASTRONOMIE. — *Note présentée par* M. **Le Verrier**.

« L'Académie sait que la connaissance de la nouvelle planète nous conduira, selon toute vraisemblance, à en découvrir une autre, lorsque les observations de la première embrasseront un arc assez étendu de l'orbite qu'elle décrit. L'époque à venir de cette découverte est sans doute encore bien loin de nous, si nous ne devons compter, pour y arriver, que sur les observations futures de la planète de 1846. Mais s'il pouvait se faire que cet astre eût été jadis aperçu par quelque observateur, et que sa position eût été fixée à l'instar de celle des étoiles dont on s'occupait, l'époque que les astronomes attendront avec impatience se trouverait plus rapprochée.

» Il y avait donc un grand intérêt à scruter, sous ce point de vue, les registres des anciens observateurs; à suivre attentivement, en remontant dans le passé, la route que la planète de 1846 a parcourue dans le ciel; à chercher si quelque astronome n'aurait pas marqué sur cette route la position d'une étoile de huitième grandeur; à vérifier enfin si une telle étoile affecterait encore de nos jours la position que l'ancienne observation lui aurait assignée.

» Dans le cas, en effet, où l'étoile primitivement observée viendrait à manquer dans la région du ciel qu'elle occupait, la prétendue étoile serait probablement une planète; et l'on n'aurait plus qu'à examiner si c'est la planète de 1846.

» L'importance de cette recherche a déterminé plusieurs observatoires à s'y engager résolument, et l'Académie apprendra avec satisfaction que leurs efforts paraissent avoir été couronnés d'un premier succès. Deux observatoires, l'un en Europe, l'autre en Amérique, celui d'Altona et celui de Washington, sont arrivés, chacun de leur côté, à un même résultat, dont la constatation physique ne laisse ainsi rien à désirer.

» Voici d'abord la Lettre adressée à M. Le Verrier par le savant directeur de l'observatoire d'Altona, M. **Schumacher** :

« Altona, ce 21 mars 1847.

» M. Petersen s'occupe à présent à fouiller l'*Histoire céleste*, et à observer les étoiles de Lalande partout où l'on peut supposer que votre planète ait été. Il a trouvé, le 17 mars, une étoile de l'*Histoire céleste*, qui a disparu du ciel. C'est l'étoile de 7-8e grandeur, observée par Lalande, le 10 mai 1795. *Histoire céleste*, p. 158 : fil moyen, $14^h\,11^m\,23^s,5$; distance zénithale, $60°\,7'\,19''$. Cette étoile, dont la position apparente devrait être

» le 17 mars 1847,

Ascension droite...... = $14^h\,14^m\,34^s,3$
Déclinaison........... = $-\,11°\,34'\,18''$

» ne se trouve plus. Il est possible que cette étoile fût votre planète; et je » serais bien heureux si mon observatoire vous en avait procuré une posi- » tion qui date de 1795. »

» Le même jour où la Lettre de M. Schumacher arrivait à M. Le Verrier, il recevait, par les soins de M. Perley Poore, agent historique de l'État de Massachussetts, un numéro du *Boston Courier*, contenant une Lettre du directeur de l'observatoire de Washington, dans laquelle sont consignées les mêmes remarques. Ce numéro du *Courier*, qui est du 15 février, a été apporté par le paquebot *le Cambria*, parti de Boston le 1er mars, et arrivé le 16 à Liverpool. La Lettre de M. Maury étant fort longue, nous nous bornerons à en extraire les principaux résultats :

« Les recherches dont il s'agit ont été confiées, dans l'observatoire de » Washington, à M. Walker. En employant les observations de la planète, » qui furent faites en automne dernier, à la détermination d'une orbite » circulaire, cet astronome put connaître, d'une manière assez approchée » pour l'objet qu'il se proposait, la route que la planète avait suivie an- » térieurement dans le ciel. Examinant avec attention les soixante-quinze » mille étoiles comprises dans les zones de Bessel, M. Walker s'assura qu'on » n'y trouvait pas la planète. Poursuivant alors ses recherches dans les » étoiles de l'*Histoire céleste* de Lalande, il reconnut que la planète avait » dû, le 10 mai 1795, se trouver dans le même lieu du ciel qu'une étoile » de 7-8e grandeur observée par Lalande. La nuit du 2 février 1847, ajoute » l'observateur américain, était obscure. La nuit du 4 février fut claire, et » en tournant le grand télescope de l'observatoire vers la position indiquée, » on n'aperçut rien. Toutes les étoiles, en la compagnie desquelles Lalande » avait vu l'étoile de 7-8e grandeur, se retrouvaient bien; mais l'étoile elle- » même *manquait*.

» En admettant que l'astre observé par Lalande soit bien la planète, et » en faisant concourir la position de 1795 et les observations plus ré- » centes à la détermination de l'orbite, M. Walker est arrivé aux éléments » suivants, rapportés au temps de Greenwich, et à l'équinoxe moyen du » 1er janvier 1847 :

Longitude du périhélie	0° 12′ 25″,51
Nœud ascendant	131.17.35.80
Longitude moyenne au 1er janvier 1847	328. 7.56.64
Longitude vraie dans l'orbite, sept. 28, 1846	326.59.34.74
Rayon vecteur, sept. 28, 1846	30,02596
Inclinaison	1° 54′ 53″,83
Excentricité	0,008.8407
Moyenne distance	30,250.42
Moyen mouvement diurne	21″,32600
Période en années tropiques	166,38134

» Il resterait à examiner avec soin si l'astre observé par Lalande en 1795 est bien la planète de 1846; à rechercher les conséquences qu'on en pourrait dès à présent déduire. Ce sera une discussion très-délicate, et que nous reprendrons. Nous nous bornerons, pour aujourd'hui, à remarquer que la petitesse de l'excentricité qui résulterait des calculs de M. Walker serait incompatible avec la nature des perturbations de la planète d'Herschel; mais il se peut très-bien que cette petitesse de l'excentricité ne soit pas une conséquence nécessaire de la représentation de l'observation de Lalande, et tout nous fait espérer que nous nous trouvons effectivement en possession d'une ancienne observation de la planète, comme l'ont pensé MM. Petersen et Walker. »

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de la rosée.* (Lettre de M. **Melloni** à M. *Arago*.)

« Naples, le 17 mars 1847.

» Les violentes attaques dirigées dans ces derniers temps contre la théorie de Wells m'ont engagé à reprendre l'étude de la rosée. Après une série fort longue d'observations et d'expériences souvent interrompues et reprises, je crois être parvenu à une solution très-nette de toutes les questions qui se rapportent à cet intéressant phénomène : le Mémoire où elles sont développées vient d'être lu à notre Académie des Sciences, qui a eu la bonté de s'en occuper pendant trois séances successives. Je vais vous en donner un extrait, avec prière de le communiquer à l'Institut. Vous verrez, mon illustre ami, qu'*il y avait quelque chose à faire;* mais les observateurs qui se sont rués avec tant d'acharnement sur le principe de Wells étaient animés d'un esprit si aveuglément hostile, que, loin de chercher ce quelque chose qui manquait, ils ont voulu tout abattre, tout anéantir, pour faire paraître (qui le croirait?) le vieux fantôme du soulèvement de la rosée!

» Après les expériences de Wells, on pouvait bien admettre en toute

sûreté, je crois, que la rosée ne surgit pas de la terre, qu'elle ne tombe pas non plus du ciel, et qu'elle se forme par la vapeur élastique et invisible répandue dans l'espace qui environne les corps; et c'est ainsi que nous l'avons tous compris, en attribuant, avec le physicien que je viens de nommer, la précipitation de la vapeur aqueuse au froid résultant du rayonnement calorifique des corps vers le ciel serein. D'après cette manière de voir, les feuilles végétales, le bois, le verre, le vernis, le noir de fumée se couvriraient de rosée, parce qu'ils laissent sortir facilement la chaleur, et se refroidissent considérablement en présence du ciel; et les métaux se conserveraient secs, à cause de la difficulté qu'ils éprouvent à vibrer leur chaleur vers les régions supérieures de l'atmosphère. Et, réellement, on observe une grande différence entre les indications d'un appareil thermoscopique, lorsqu'on lui présente successivement un vase de métal poli plein d'eau bouillante, et un vase exactement pareil dont les parois sont couvertes de vernis ou de noir de fumée, la seconde action étant beaucoup plus énergique que la première. La déduction est juste; mais il faut avouer qu'elle peut fort bien ne pas paraître nécessaire, inévitable aux yeux de tout le monde. En effet, Bénédict Prevost, et Saussure avant lui, attribuaient à une force électrique le manque de rosée sur les métaux; Leslie expliquait ce phénomène par une répulsion particulière que les surfaces métalliques exercent sur la vapeur aqueuse; et les partisans actuels de la théorie évoquée du soulèvement, s'en rendent compte par la chaleur et l'électricité dégagées dans l'action chimique des métaux sur les molécules de cette même vapeur, au moment de leur passage à l'état liquide.

» Pour montrer que ces différentes hypothèses ne sauraient se soutenir, je prends d'abord trois thermomètres gradués sur tige; je passe dans chaque tube un bouchon de liége, et je l'arrête d'une manière stable à 5 ou 6 millimètres du réservoir. Ce bouchon sert de point d'appui aux deux parties de l'armure métallique dont j'enveloppe mes thermomètres destinés aux expériences de refroidissement nocturne: la première est un petit vase d'argent ou de cuivre, fort mince, pareil à un dé à coudre dont la surface est lisse et polie, et les dimensions assez grandes pour contenir le réservoir de l'instrument; la seconde se compose d'un cylindre en fer-blanc, fermé par un bout, ouvert à l'autre extrémité, servant d'enveloppe au tube gradué. Les deux pièces métalliques (que l'on peut ôter et remettre avec la plus grande facilité) se maintiennent aisément en place par le frottement et l'élasticité du liége.

» Imaginez maintenant trois récipients évasés en fer-blanc, portant une ouverture latérale par où l'on puisse introduire, tout près du fond, les réser-

voirs armés des trois thermomètres, en laissant les tiges et leurs enveloppes horizontalement disposées en dehors; imaginez ces récipients soutenus par de minces tubes de métal, munis de couvercles de la même matière, le tout exposé à l'air libre par une nuit calme et sereine; et en admettant que l'une des armures thermométriques soit noircie, les deux autres à l'état naturel, et les récipients tantôt ouverts et tantôt fermés, vous aurez une idée des expériences qui m'ont servi à comparer le rayonnement nocturne de l'argent à celui du noir de fumée. En effet, supposons d'abord les récipients fermés: nos trois thermomètres marquent alors la même température. Laissons ensuite fermé l'un des vases contenant les thermomètres métalliques, et découvrons les deux autres: il faudra des instruments très-sensibles et des comparaisons très-précises pour observer et mesurer le mouvement extrêmement léger de baisse qui se produit chez le thermomètre métallique que l'on a mis en présence du ciel; mais le thermomètre noirci baissera à vue d'œil, et, après quelques minutes, il marquera 3 à 4 degrés moins que le thermomètre du vase fermé: preuve évidente que cette différence est due au rayonnement calorifique que l'armure noircie vibre vers le ciel, et pas du tout au contact de l'air extérieur, qui a lieu également sur elle et sur l'armure de métal poli de l'autre thermomètre découvert.

» Mon Mémoire contient le détail de toutes les précautions qu'il a fallu prendre pour obtenir les degrés comparés de froid, dus au rayonnement de l'argent et du noir de fumée. Les résultats définitifs ont confirmé, d'une manière frappante, le fait énoncé dernièrement à l'Académie par MM. de la Provostaye et Desains, savoir: que le pouvoir émissif des métaux est beaucoup moindre qu'on ne l'avait cru jusqu'à ce jour, d'après les expériences de Leslie, Dulong et Petit (1).

---

(1) Le rayonnement du noir de fumée étant égal à 100, l'argent laminé rayonnerait, d'après mes expériences, comme 3,026. MM. de la Provostaye et Desains trouvent 5,37 pour l'argent précipité chimiquement sur le cuivre, et 2,10 lorsque ce précipité est poli au brunissoir; d'après eux, le pouvoir émissif de l'argent à peine sorti du laminoir est 2,94; et 2,38 celui de l'argent laminé et bruni.

Des observations faites en 1838 m'avaient conduit à la conséquence, que la différence de force rayonnante manifestée dans la fameuse expérience des deux parois du cube de Leslie, l'une lisse et polie, et l'autre rendue plus ou moins raboteuse par des rainures, ne provenait point, comme on le croyait alors généralement, d'une variation dans l'état mécanique des deux surfaces, mais d'un changement dans le degré de densité résultant de l'opération au moyen de laquelle on transforme la surface lisse en surface raboteuse. Cette proposition me parut dès lors parfaitement démontrée par les trois faits suivants : 1° la variation de pouvoir

» Des appareils thermoscopiques semblables à ceux que je viens de décrire, ayant les armures couvertes de vernis, de plombagine, de colle de poisson, de sciure de bois, de sable, de terre et de feuilles de plantes, ont constamment indiqué un abaissement fort sensible de température avant de se mouiller de rosée: l'intervalle a été quelquefois de plusieurs heures; souvent aussi il y a eu abaissement de température sans précipitation de vapeur à aucune époque de la nuit. Ce dernier phénomène s'est produit d'autant plus fréquemment, que les thermomètres étaient placés à une plus grande distance du sol. En opérant à une certaine élévation, on peut donc suppri-

---

émissif due aux rayures ne se montre guère que dans les métaux: le marbre, le jais et l'ivoire, rayés ou polis, rayonnent toujours avec la même énergie; 2° l'argent fondu et lentement refroidi dans les moules de sable, poli à l'huile et au charbon recuit, et ensuite rayé au diamant de manière à comprimer et condenser le fond des rayures, diminue au lieu d'augmenter sa force rayonnante en passant de l'état poli à l'état raboteux; 3° cette même espèce d'argent fondu et poli devient beaucoup moins rayonnante étant battue sur l'enclume ou passée au laminoir.

Or il est facile de voir que les expériences des habiles physiciens ci-dessus mentionnés, fournissent des résultats tout à fait analogues et démontrent, par conséquent, la même chose: car l'argent précipité chimiquement sur le cuivre, étant beaucoup moins dense que l'argent laminé, et celui-ci étant inférieur en densité à l'argent bruni, cette dernière propriété, d'après les nombres qui précèdent, est en sens inverse des pouvoirs émissifs correspondants.

L'unique différence entre les deux démonstrations du principe, c'est que mes mesures se rapportaient au pouvoir émissif le plus intense de l'argent, tandis que celles de MM. de la Provostaye et Desains sont relatives au pouvoir émissif de l'argent et d'autres métaux rapportés à celui du noir de fumée.

C'est peut-être à cette différence inaperçue, ou à quelque autre donnée inexacte, que l'on doit attribuer l'erreur historique contenue dans la Note présentée par ces messieurs à l'Académie. Selon eux, le rapport admis jusqu'à ce jour entre les pouvoirs rayonnants des métaux et du noir de fumée résulterait, non-seulement des expériences de Leslie, mais aussi des miennes et de celle de Petit et Dulong. Il est vrai que Dulong et Petit ont trouvé des nombres peu différents du rapport attribué par Leslie aux pouvoirs rayonnants des métaux et du noir de fumée: quant à moi, je ne me suis point occupé de ce genre de recherches. Les seules questions sur le rayonnement calorifique considéré à son origine, qui me parurent quelque peu éclairées, au moyen de l'expérience, pour pouvoir captiver un instant l'attention des physiciens, furent: l'action ci-dessus mentionnée des aspérités de la surface du corps chaud, et l'action de la couleur, toutes les deux résolues négativement; plus, l'influence que l'épaisseur de la couche superficielle d'où partent les radiations intérieures, exercé sur l'intensité du rayonnement; influence qui m'a paru suffisante pour rendre compte de l'énorme différence qui existe entre le pouvoir émissif des métaux et celui des autres corps. Quant à la valeur de ces deux pouvoirs et de leur rapport numérique résultant de mes expériences, chacun peut aisément se convaincre qu'il n'en a jamais été question dans mes Mémoires.

mer ou retarder à volonté la déposition de la rosée sur les corps, et constater parfaitement qu'elle suit toujours, *et ne précède jamais*, la production du froid. Quant aux armures métalliques polies de mes thermomètres, jamais je ne les ai vu couvertes de vapeur aqueuse condensée; par des nuits fort humides, lorsqu'il n'y avait dans l'atmosphère même aucune trace de brouillard.

» Ainsi, la rosée proprement dite exige toujours un certain refroidissement dans le corps qu'elle doit baigner, et les métaux exposés à l'aspect du ciel serein ne se couvrent pas de rosée, parce qu'ils ne se refroidissent que d'une quantité excessivement faible. Mais ne pourrait-il pas y avoir d'autres forces qui empêchassent la précipitation ou l'accumulation de la rosée sur les métaux? En d'autres termes, le faible rayonnement des métaux est-il réellement la seule et véritable cause en vertu de laquelle ces substances ne se mouillent jamais de rosée?

» Voici une expérience qui me semble résoudre définitivement la question, et qui démontre en même temps l'erreur des hypothèses du soulèvement et de la chute de la rosée, ainsi que la vérité du principe de Wells.

» Sur un disque de fer-blanc d'une seule pièce, aussi large et aussi mince que possible, je trace un cercle concentrique, d'un rayon égal à un tiers de celui du disque, et je le couvre d'une couche épaisse de vernis. Je découpe ensuite, sur une autre feuille de fer-blanc, un second disque de 10 millimètres moins large que le cercle verni; et, ayant fait souder à son centre et perpendiculairement à la surface, l'extrémité d'un fil de fer de la grosseur de 2 millimètres et d'une longueur de 2 à 3 décimètres, terminé en pointe à l'extrémité libre, je perce le grand disque d'une petite ouverture centrale et j'y introduis le fil de fer, du côté de la surface vernie. La pièce mobile est alors poussée le long de ce fil jusqu'à ce que sa distance au petit disque soit réduite à 5 millimètres environ, puis fixée dans cette position au moyen de quelques gouttes de soudure.

» Les deux lames, ainsi réunies en un seul système, sont transportées le soir au milieu des champs, et abandonnées pendant quelques instants à elles-mêmes dans une position horizontale, et loin du contact de tout autre corps. Si la nuit est calme et sereine, on voit alors se produire, à la surface du grand disque, des phénomènes de rosée faciles à prévoir.

» Il suffit, en effet, de rappeler que dans la position où nous supposons les deux disques, le plus petit est en haut, et comme son rayon a 5 millimètres de moins que le cercle verni du grand disque inférieur, il s'ensuit qu'une bande annulaire de ce cercle, ayant 5 millimètres de largeur, débor-

dera tout autour de la projection verticale du toit formé sur lui par le petit disque métallique supérieur. Or il est clair que cette bande rayonnera vers le ciel, abaissera sa température, se couvrira de rosée, et propagera peu à peu le froid et la rosée consécutive du côté du centre et du côté de la circonférence. La propagation ira cependant beaucoup plus loin dans ce dernier sens, car les points refroidis par communication se refroidiront par rayonnement lorsqu'ils seront couverts de rosée, tandis que les points vernis placés sous le petit disque ne pourront guère se refroidir que par le contact. Effectivement, la partie centrale du cercle verni reste toujours sèche, et la zone métallique qui l'environne se mouille jusqu'au bord, si l'atmosphère est excessivement humide.

» Mais ce que l'on ne saurait peut-être prédire au premier abord, c'est la reproduction exacte des mêmes apparences sur la surface du grand disque tournée vers le sol. La rosée commence par se montrer sur cette surface, dans les points opposés à la petite bande annulaire extérieure du vernis, et l'on aperçoit un léger cercle blanchâtre, qui paraissant tout à coup sur le champ obscur du métal poli, rappelle la formation des images daguerriennes; ce cercle se renforce ensuite et se dilate peu à peu, arrive quelquefois jusque sur les bords, et n'atteint jamais la partie centrale, qui conserve toujours sa sécheresse et son brillant métallique, comme la portion correspondante de l'autre côté du disque, et le petit toit circulaire qui la recouvre sans la toucher.

» Cette expérience si simple, si économique et si facile à répéter par ceux-là même qui n'ont jamais manié un instrument de physique, est pour ainsi dire un résumé parlant des discussions des physiciens sur l'origine et la nature du météore nocturne dont nous nous occupons actuellement. La rosée tombe-t-elle du ciel? Non, puisque le disque supérieur est toujours sec, et la plus grande partie du disque inférieur mouillée. S'élève-t-elle du sol? Pas davantage, car si la partie mitoyenne de la surface du grand disque tournée vers la terre est couverte de rosée, il y a toujours près du centre un espace sec et brillant. Les métaux repoussent-ils la vapeur aqueuse qui constitue la rosée, ou causent-ils son évaporation à mesure qu'elle précipite sur leur surface? Ni l'un ni l'autre, puisque nous voyons des parties métalliques fortement mouillées, et d'autres parties parfaitement sèches.

» L'apparition première de la rosée sur la bande découverte de vernis, et sa propagation successive aux parties adjacentes et opposées du grand disque, rapprochées de l'abaissement de température qui se développe sur les armures vernies des thermomètres exposés à l'air libre, prouve enfin

que la rosée est une pure conséquence du rayonnement nocturne, qui communique aux corps doués d'un grand pouvoir émissif le degré de froid nécessaire à la condensation de la vapeur aqueuse élastique et invisible répandue dans l'atmosphère.

» Ainsi, tous ces faits concordent parfaitement avec la théorie de la rosée adoptée par les auteurs de physique et de météorologie. Dans une seconde Lettre, j'exposerai d'autres faits qui ne sauraient guère s'expliquer au moyen de cette théorie, mais qui se rattachent cependant très-heureusement au principe de Wells, par des considérations que j'aurai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. »

M. **Payen** fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de : *Enquête sur la maladie des pommes de terre en France pendant les années* 1845-1846. *Examen et analyses de divers échantillons des récoltes.*

RAPPORTS.

MÉCANIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Rapport sur un Mémoire de* MM. **Eug. Chevandier** *et* **Wertheim**, *ayant pour objet la recherche expérimentale des propriétés mécaniques du bois.*

(Commissaires, MM. Ad. Brongniart, Regnault, Poncelet rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Regnault, Ad. Brongniart et moi, de lui rendre compte des nombreuses et importantes recherches expérimentales que MM. Wertheim et Chevandier viennent d'entreprendre sur les propriétés mécaniques des bois indigènes. Le travail qu'ils présentent à l'Académie à ce sujet, se compose d'un manuscrit de 85 pages, de 35 tableaux grand format, contenant le résultat de toutes les expériences, tant anciennes que nouvelles, relatives à la force des bois; enfin de 6 feuilles de dessins où se trouvent consignés, avec le plus grand soin, le dispositif des appareils dont les auteurs se sont servis pour soumettre les nombreux échantillons de bois à l'épreuve de l'allongement, de la flexion et de la rupture, ainsi que les études graphiques nécessaires pour découvrir la marche des densités, de la cohésion, du coefficient d'élasticité et de la vitesse du son dans les différentes parties d'un même tronc d'arbre, et dans les différents sens relatifs à la direction des fibres ligneuses, des rayons et des couches annuelles.

» Indépendamment des grands tableaux dont il vient d'être parlé et qui

embrassent, dans leur ensemble, quelques milliers d'expériences, le texte en contient beaucoup d'autres, résumés, et qui seront d'une utilité toute spéciale pour les constructeurs et pour les administrations chargées de l'aménagement des forêts.

» Le nombre des arbres abattus sur pied, dans ce but, a été de 94; ces arbres comprennent, à très-peu près, toutes les essences, résineuses ou autres, qui croissent dans les différents terrains des montagnes des Vosges: à l'exception du pin sylvestre, dont il est regrettable que l'administration forestière se soit refusée à permettre l'abattage dans les propriétés de l'État, les expériences relatives aux bois le plus généralement employés dans les grandes constructions, ont été répétées sur plusieurs arbres d'une même espèce et sur des échantillons choisis dans les parties de chaque arbre, distinctes soit quant à l'exposition, à l'orientation et à la nature du sol, soit quant au mode et au degré de la dessiccation qu'on leur avait fait subir après leur division en billes prismatiques d'environ 2 mètres de longueur ou portée. Enfin, ces recherches, si intéressantes au point de vue de l'aménagement et de la mise en œuvre des bois, comprennent aussi une grande variété d'échantillons, en chêne et sapin des Vosges, destinés au commerce: tels que *sommiers*, *pannes*, *chevrons*, ou *soliveaux*, *madriers* et *planches*, sous des longueurs comprises depuis 4 à 7 mètres pour le chêne, jusqu'à 10 à 14 mètres pour le sapin; toutes ces pièces étant équarries à vives arêtes.

» Cette énumération succincte pourra donner un aperçu de l'étendue considérable et de la variété des expériences que MM. Chevandier et Wertheim se sont imposées dans le travail qu'ils viennent offrir à l'Académie; elle servira aussi à distinguer le caractère propre de leurs investigations au point de vue de l'utilité publique et du progrès des arts mécaniques ou agricoles.

» Le Mémoire de ces jeunes physiciens déjà connus par divers travaux remarquables et justement appréciés de l'Académie, est précédé d'un exposé historique, consciencieux et fidèle, des recherches expérimentales relatives aux propriétés mécaniques des bois, depuis celles de Parent et de Muschenbroek jusqu'à celles qu'on doit à Buffon et Duhamel-Dumonceau, à Bélidor, à Rondelet, à Girard, à notre savant confrère M. Ch. Dupin, à Barlow, Ebbels, Bevan et Tredgold, enfin à MM. Savart, Minard et Desormes, Ardant, Hagen, Eaton-Hodgkinson, Paccinotti et Peri. Néanmoins on doit regretter que les noms si illustres de Galilée, le père de toute mécanique expérimentale, de Mariotte, de Leibnitz, de Bernoulli, de Lahire, d'Euler, de Lagrange et de Coulomb n'aient point trouvé place dans cette longue énumé-

ration où les auteurs ont cru devoir reporter uniquement aux savants anglais Young et Tredgold, l'honneur d'avoir les premiers introduit dans la science, la recherche exacte de l'élasticité et la définition de son coefficient; car oublier de tels noms, auxquels il conviendrait de joindre ceux de Duleau et de Navier, ce serait méconnaître les services que les théories de la résistance des solides ont rendus à cette branche de nos connaissances, envisagée même au point de vue expérimental et pratique.

» Cette introduction historique est suivie de la description des appareils et du détail des expériences; il nous suffira de dire que les auteurs n'ont négligé aucun des moyens de précision que la physique et la mécanique enseignent pour mesurer les densités, les allongements, les flexions des diverses pièces de bois soumises à l'expérience, et considérées à différents états de siccité, d'âge, etc., jusque-là de tenir compte, au cathétomètre et à des centièmes de millimètre près, de l'affaissement ou compressibilité des supports servant à recevoir les pièces soumises à l'expérience de la flexion transversale, et pour les plus fortes desquelles les charges se sont élevées jusqu'à 10 000 kilogrammes.

» La direction toute particulière qu'ils ont donnée à la recherche des différences de propriétés mécaniques dans un même arbre et dans des arbres différents, ainsi que dans des bois débités pour le commerce, la discussion des calculs et des méthodes mis en usage pour déterminer ce qu'on nomme le coefficient d'élasticité, à l'aide des vibrations sonores, de l'allongement direct et de la flexion, sont conformes aux plus saines théories de la physique et de la mécanique, et nous ne doutons pas qu'elles n'obtiennent l'assentiment des ingénieurs et des géomètres. Quant aux résultats que MM. Chevandier et Wertheim ont présentés dans les dernières parties de leur Mémoire, ils sont aussi nombreux qu'inattendus pour quelques-uns d'entre eux. Le temps qu'il nous est donné de consacrer à ce Rapport, ne nous permet pas d'entrer dans beaucoup de détails; il nous suffira de signaler rapidement quelques faits déjà exposés avec clarté et précision, dans l'analyse que les auteurs ont publiée au *Compte rendu* de la séance du 5 octobre 1846, lors de la présentation de leur travail à l'Académie des Sciences; faits que nous résumerons ainsi :

» 1°. Les allongements et les flexions des pièces soumises à l'expérience se composent d'une partie *permanente* ou qui subsiste après l'enlèvement de la charge, et d'une partie *élastique* dont il ne reste plus aucune trace après cet enlèvement; l'altération de la constitution élastique, en elle-même très-faible, croît avec la durée et l'intensité des charges, à compter de la plus

petite d'entre elles, à peu près comme cela a lieu pour les métaux, d'après les expériences de Gerstner, de Coulomb et de M. Wertheim. Mais ce résultat qui conduit les auteurs à n'admettre aucune *limite précise* de l'élasticité, est en contradiction avec ceux d'expérimentateurs anglais ou français bien connus; il soulève de graves difficultés relatives au genre et à la permanence de l'altération moléculaire subie par les différentes parties des pièces. On doit enfin regretter que le temps et la multiplicité des expériences entreprises par les auteurs, ne leur aient pas permis d'approfondir davantage ce sujet, et de rechercher la loi même de l'altération élastique dans les solides.

» 2°. Défalcation faite des *flèches* et des *allongements permanents*, le coefficient d'élasticité obtenu dans l'un ou l'autre mode d'expérimentation, reste sensiblement le même pour une même pièce et toutes les charges essayées entre certaines limites, sauf pour les bois résineux très-courts, où le coefficient relatif à l'extension l'emporte toujours sur celui qui se déduit de la flexion; ce qu'on doit attribuer à l'hétérogénéité de la composition des couches ligneuses et de leur cohésion mutuelle, dont l'influence disparaît d'ailleurs avec la longueur des pièces soumises à l'expérience de la flexion : la valeur du coefficient d'élasticité ne paraît, du reste, dépendre que fort peu de la position occupée par chacune des tringles de bois, dans les différentes parties d'une même couche annuelle.

» 3°. Les coefficients d'élasticité déduits des vibrations sonores excitées longitudinalement ou transversalement dans les verges, sont un peu supérieurs à ceux qui résultent de l'expérience de la flexion et de l'allongement direct; leur rapport ne paraît pas varier d'une manière sensible pour les échantillons tirés d'une même pièce, à divers états de siccité, et leur différence, très-appréciable d'ailleurs, doit être attribuée à la cause déjà révélée dans les précédentes recherches de M. Wertheim, relatives aux métaux, cause que l'illustre Laplace avait signalée et soumise au calcul pour les gaz, et dont la savante analyse de notre confrère, M. Duhamel, a fait connaître les lois dans les solides, au point de vue physique et dynamique.

» 4°. En général, à mesure que la dessiccation des bois augmente, la densité diminue, le coefficient d'élasticité et la vitesse de transmission du son croissent suivant des lois très-simples, réduites en formules par les auteurs : la limite d'élasticité, définie ici par l'allongement hypothétique de 0,00005, et la cohésion, croissent également avec le degré de dessiccation, mais suivant des lois impossibles à déterminer; tandis que l'allongement permanent maximum diminue jusqu'à devenir insensible pour des pièces

qui ne contiennent plus que 10 pour 100 d'humidité, rendues ainsi excessivement cassantes.

» Nous ne suivrons pas MM. Chevandier et Wertheim dans l'énumération des autres résultats ou données de l'expérience, déduits de leur travail et qui sont particulièrement relatifs à l'influence de l'orientation, de la position des billes extraites d'un même arbre, ainsi que de la nature des essences et du sol, sur les qualités mécaniques des différents bois; résultats dont une majeure partie servira, au surplus, à dissiper les préjugés et contradictions, de plus d'une espèce, que des expériences antérieures, fort incomplètes, ont pu faire naître. Cependant nous ne saurions passer sous silence des faits aussi dignes de remarque que ceux-ci : la résistance élastique et la cohésion diminuent, pour une même couche, à mesure qu'on s'élève vers la sommité des troncs d'arbres, dans les espèces où elles diminuent pareillement du centre à la circonférence; l'inverse a généralement lieu dans le cas contraire : le Chêne appartient précisément à la première catégorie, le Sapin, le Pin, le Charme, le Frêne, l'Orme, etc., à la seconde. Dans le Sapin des Vosges en particulier, les propriétés mécaniques croissent d'une manière constante et souvent dans une très-forte proportion, du centre à la circonférence, de la base à la cime, contrairement à un préjugé assez répandu parmi les ingénieurs ou constructeurs. L'Acacia, arbre encore trop peu cultivé en France, jouit de propriétés analogues à celles du Sapin, quoique à un degré moins prononcé; en revanche, d'après le résultat des expériences des auteurs, il doit être placé au premier rang sous le rapport de la cohésion, de la dureté, de la grandeur et de la limite de l'élasticité, qualités précieuses pour les arts, et auxquelles paraissent s'ajouter la durée et la rapidité de la croissance.

» L'analyse succincte que nous venons de présenter du Mémoire de MM. Chevandier et Wertheim, suffira pour en démontrer à l'Académie, la haute importance et la spéciale utilité au point de vue de la science en général et des arts de construction en particulier. Vos Commissaires ne peuvent donc que faire des vœux pour que les résultats en soient promptement portés à la connaissance du public, et ils ont, en conséquence, l'honneur de vous proposer d'ordonner l'insertion de ce Mémoire et des Tables qui l'accompagnent, dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Vincent**, *ayant pour objet l'exposition d'un procédé propre à constater si un tissu de chanvre ou de lin renferme des fils de* Phormium tenax.

(Commissaires, MM. Gaudichaud, Payen, Boussingault rapporteur.)

« Nous avons été désignés par l'Académie pour examiner un Mémoire de M. Vincent, pharmacien en chef de la marine, et qui a pour objet l'exposition d'un procédé propre à constater si un tissu de chanvre ou de lin renferme des fils de *Phormium tenax*.

» Malgré l'extension considérable que la culture du chanvre et du lin a prise depuis le commencement de ce siècle, la France reçoit encore du dehors de grandes quantités de filaments textiles. Les matières importées ne sont pas toutes du lin et du chanvre. Ainsi, depuis quelques années, on fait entrer, dans certains tissus, les fibres du *Phormium tenax*, que l'on désigne quelquefois sous le nom de *lin de la Nouvelle-Zélande*. Cette introduction, faite à l'insu de l'administration de la Marine, dans les toiles à voiles, dans les tissus destinés à l'équipement, constitue une véritable fraude. Ce n'est pas que le prix du phormium soit beaucoup moins élevé que celui du chanvre; mais sa qualité, comme matière textile, est évidemment très-inférieure. L'expérience a détruit les espérances qu'on avait conçues sur l'utilité du lin de la Nouvelle-Zélande. Suivant M. Vincent, les tissus confectionnés avec cette matière s'altèrent promptement sous l'influence des lessives; les fils qui les composent se rompent sous l'effort le plus faible quand ils sont exposés à la double action de la chaleur et de l'humidité.

» On comprend, dès lors, l'importance d'un procédé qui permettrait de découvrir dans les tissus la présence de substances textiles autres que le lin ou le chanvre. En étudiant comparativement l'action de divers agents chimiques sur les fibres du lin, du chanvre et du *Phormium tenax*, M. Vincent a reconnu que la réaction de l'acide nitrique donne le moyen de distinguer le phormium des deux autres matières. En effet, en répétant les expériences décrites dans le Mémoire soumis à son examen, la Commission a constaté les faits suivants.

» Les fils de chanvre, plongés pendant quelques secondes dans de l'acide nitrique ordinaire, prennent une teinte jaune pâle; les fils de lin ne contractent aucune coloration; quant aux fils de phormium, à peine l'imbibition de l'acide est-elle effectuée, qu'ils acquièrent aussitôt une teinte rouge-de-sang bien caractérisée. M. Vincent attribue cette coloration à une substance azotée qui, selon lui, se trouverait dans la matière textile du lin de la Nou-

velle-Zélande, matière qui n'existerait pas dans les filasses de chanvre et de lin préparées par le rouissage. On sait effectivement que l'on ne fait pas rouir le phormium pour en isoler les fibres : on a recours à un procédé mécanique, une sorte de *peignage*. Quoi qu'il en soit, le blanchiment, l'apprêt ne font pas perdre aux fils du phormium la propriété de se colorer. Ainsi, une toile grossière, servant à la confection des chemises des forçats, et que l'on savait renfermer du phormium, a été plongée dans l'acide nitrique; on vit alors tous les fils de trame prendre la couleur de sang, tandis que les fils de chaîne n'éprouvèrent aucune coloration. La toile, en sortant de la liqueur acide, présentait l'image d'un échiquier à cases rouges et blanches.

» La Commission a cru devoir s'assurer si un blanchiment plus complet que celui que subit la toile employée dans les bagnes ne ferait pas disparaître le caractère qui fait si facilement distinguer le phormium du lin ou du chanvre. Un échantillon à fils mixtes a été lessivé avec une liqueur alcaline à 3 pour 100 de soude caustique. Les premières lessives acquirent une teinte brune très-prononcée; le lessivage à chaud a été continué pendant deux jours: après cette opération, la toile mise dans l'acide s'est comportée comme avant l'action de la lessive; les fils de trame se sont colorés en rouge.

» Les essais comparatifs de M. Vincent se sont bornés aux trois matières textiles que nous avons mentionnées, par la raison que la constatation de la présence du phormium introduit frauduleusement dans les tissus acceptés par la marine était l'objet principal de ses recherches; mais la Commission devait examiner si d'autres fils que ceux extraits du phormium possédaient la propriété découverte par M. Vincent. Son examen a porté sur les fibres ligneuses et corticales de deux espèces de cocotiers (*Cocos nucifera* et *aurara*); plusieurs espèces de *Pandanus;* plusieurs espèces de *Cordyline;* le *Mauritia flexuosa;* plusieurs espèces d'*Agave;* le *Phellandrium aquaticum;* plusieurs espèces de *Cissus;* le *Raphanus sativus;* l'Abaca de Manille; deux *Postras* du Brésil, etc.

» Toutes ces fibres ligneuses ont pris des nuances rougeâtres au contact de l'acide nitrique; mais on a particulièrement examiné l'action de cet acide sur l'abaca et la pita de l'agave, qui sont des matières textiles très-appréciées dans les contrées qui les fournissent.

» La pita, plongée dans l'acide nitrique, a pris une teinte rose pâle; sur l'abaca, la teinte rose était un peu plus foncée que sur la pita; mais ces deux teintes n'étaient pas à comparer, sous le rapport de l'intensité, à la couleur rouge-sang que prend le phormium dans les mêmes circonstances.

» La Commission pense donc que, si, comme M. Vincent l'a constaté, l'acide nitrique décèle le *Phorminm tenax* dans son mélange avec le chanvre ou le lin, il ne le caractérise cependant pas d'une manière absolue, puisque la fibre textile de plusieurs autres végétaux monocotylés et dicotylés possède aussi, à différents degrés, la propriété de se colorer sous l'influence de cet acide. Mais le procédé de M. Vincent répond complétement aux besoins de l'administration de la Marine, en donnant un moyen prompt et facile de s'assurer si un tissu ne renferme pas d'autres matières que le lin ou le chanvre.

» Le travail de M. Vincent contient d'ailleurs des observations intéressantes sur la préparation des substances textiles; on y trouve en outre des expériences nombreuses sur l'action de plusieurs réactifs sur les mêmes substances. La Commission a, en conséquence, l'honneur de vous proposer d'adresser des remercîments à M. Vincent pour son intéressante communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un membre qui occupera dans la Section de Mécanique la place laissée vacante par le décès de M. *Gambey*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 54,

M. Breguet obtient...	20	suffrages.
M. Combes.........	17	
M. Pecqueur........	11	
M. Clapeyron.......	6	

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité des suffrages, on procède à un second tour de scrutin.

Le nombre des votants restant le même,

M. Combes obtient...	24	suffrages.
M. Breguet.........	20	
M. Pecqueur........	10	

Aucun des candidats n'ayant encore obtenu la majorité, on passe à un scrutin de ballottage.

Le nombre des membres qui y prennent part étant de 53,

M. Combes obtient... 29 suffrages.
M. Breguet......... 23

Il y a un billet nul.

M. Combes, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

L'Académie procède ensuite, également par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission qui présentera une question pour le grand prix des Sciences naturelles à décerner en 1849.

MM. Flourens, Serres, Milne Edwards, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire et Adolphe Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OROGRAPHIE. — *Note sur la couleur de la glace des glaciers, celle des eaux qui s'en écoulent et les caractères des stries burinées par eux; par* M. Ch. Martins.

(Commission nommée pour le Mémoire de M. Durocher.)

« Dans la séance du 15 mars dernier l'Académie a reçu une communication de M. Durocher, intitulée: *Études sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe.* Cette Note contient quelques assertions qu'il me paraît utile de rectifier. L'auteur a reconnu, dit-il (page 444), « que l'interpo- » sition de l'eau entre les pores et les fissures de la glace grenue contribue » puissamment à y développer la belle couleur bleue que l'on y admire. » Depuis longtemps, en effet, M. Agassiz a prouvé que la glace bleue contient plus d'eau que la glace blanche; mais la couleur bleue me paraît tenir plutôt à l'absence de l'air qu'à la présence de l'eau, car la glace blanche est infiltrée d'eau comme la glace bleue; mais la glace blanche est entièrement remplie de bulles d'air sphériques. Dans la glace bleue, celles-ci sont remplacées par l'eau d'infiltration. M. Célestin Nicollet l'a prouvé par des mesures directes, en montrant que 500 grammes de glace bleue ne contiennent que 0,5 centimètres cubes d'air, tandis que le même poids de glace blanche en contient 7,5 centimètres cubes; aussi, quand on regarde un fragment de glace mi-partie bleu et blanc, on voit que la partie blanche est remplie de bulles d'air, tandis que la partie bleue en est presque complétement dépourvue.

De son côté, M. Dollfus a montré que la pesanteur spécifique de la glace blanche est de 871; celle de la glace bleue, de 909, celle de l'eau étant de 1000 : résultat qui confirme le précédent.

» M. Durocher affirme ensuite « que les eaux qui s'écoulent des champs » de neiges et des glaciers présentent une teinte bleu de ciel très-prononcée. » Lorsque, ajoute-t-il, les détritus mélangés à l'eau sont gris, ils ne produisent » sent d'autre effet que d'en pâlir la teinte bleue et la faire passer au bleu » sale. » Cette assertion me paraît très-hasardée, surtout lorsqu'on l'applique également aux eaux fournies par la fonte des neiges et à celles qui proviennent de la fonte des glaciers. Les premières sont plus ou moins pures, mais de couleur variée, sans présenter néanmoins la limpidité de celle des sources. Ainsi le petit lac de Lioson, dans le canton de Vaud, alimenté par les neiges de la Tête-de-Moine, est du plus beau bleu d'azur. Le Bachalp-See, situé à 2 275 mètres au-dessus de la mer, qui reçoit les eaux qui découlent des neiges du Faulhorn, est d'un vert jaunâtre.

» Passons à l'examen des eaux qui sortent des glaciers : elles sont toujours chargées d'une notable proportion de limon, résultat de la pulvérisation des fragments de roche que le glacier broie dans sa progression incessante. Ainsi, de l'eau puisée à la surface de l'Aar, à quelques mètres du glacier du même nom, contient, d'après les expériences de M. Dollfus, 142 grammes de poudre impalpable par mètre cube d'eau. Il en est de même des torrents qui sortent des autres glaciers. Tous roulent des eaux troubles, grises, laiteuses ou noires, suivant la nature de la roche pulvérisée. De là les dénominations vulgaires de *torrents*, empruntées à la couleur de leurs eaux. L'*Eau noire*, qui se jette dans le Rhône près de Martigny, en Valais, vient des glaciers de Trient et du Buet. La *Lutschine blanche* tire son origine des nombreux glaciers qui occupent le fond de la vallée de Lauterbrunn, et la *Lutschine noire* provient de ceux de la vallée de Grindelwald. Serait-il vrai, comme le dit M. Durocher (page 445), « que le limon des glaciers n'a d'autre » effet que de pâlir la teinte bleue et la faire passer au bleu sale? » Le géologue suisse Ébel avait déjà émis cette idée il y a trente ans : « L'eau des » glaciers, dit-il (1), est d'un bleu blanchâtre, et les torrents qui en sortent » conservent cette couleur pendant plusieurs lieues, lorsque d'autres ruis- » seaux ne l'altèrent pas en se mêlant avec eux. » C'est, comme on le voit, la même opinion que M. Durocher a reproduite devant l'Académie. Néan-

---

(1) *Manuel du voyageur en Suisse;* 3e édition, traduction française, tome II, page 521; article GLACIERS.

moins, je ne la crois pas fondée. Les eaux qui s'échappent des glaciers ne m'ont jamais paru bleues; c'est aussi l'avis de M. Agassiz, lorsqu'il dit, page 574 de son ouvrage sur les glaciers actuels, dont la publication aura lieu prochainement: « C'est ce limon qui donne à l'eau des glaciers *la* » *teinte laiteuse qui les caractérise.* »

» Pour jeter quelque jour sur cette question, étudions maintenant la couleur de l'eau des glaciers à l'état de repos lorsqu'elle est accumulée en grandes masses dans les lacs de la Suisse. Le lac de Genève, alimenté principalement par les eaux du Rhône qui proviennent de tous les glaciers du Valais, est, il est vrai, d'un bleu d'azur admirable; mais le lac de Brienz, qui reçoit exclusivement des eaux de glaciers, est d'une teinte *vert pistache* très-prononcée. Cette teinte est également frappante, lorsqu'on la considère du sommet du Faulhorn, c'est-à-dire à 2120 mètres au-dessus de son niveau, ou de quelques mètres seulement au-dessus de sa surface. Nous avons constaté, pendant des semaines entières, M. Bravais et moi, que cette teinte ne variait que très-peu, suivant l'illumination. Ce qui achève de prouver décidément que ces teintes sont indépendantes de l'origine glaciérique des affluents, c'est que le lac de Thun recevant ses eaux du lac de Brienz, avec lequel il communique à travers l'isthme d'Interlaken, est d'une couleur bleue qui égale quelquefois celle du lac de Genève. Le petit Gelmersee, alimenté par les glaciers du Gelmerhorn, est vert pistache comme le lac de Brienz. Je citerai encore le lac du Kloenthal dans le canton de Glaris. « On le distingue à peine, dit M. Raoul-» Rochette, dans ses *Lettres sur la Suisse,* de la prairie qui l'encadre, car » ses eaux ont la couleur de l'herbe qui le borde. » Ce lac est alimenté par les glaciers du Glaernisch et les neiges fondantes du Pragel. Le petit lac qui avoisine l'hospice du Grimsel est d'une teinte sombre; d'autres sont plus ou moins bleus: et cette variabilité de teinte prouve que le caractère assigné par Ébel et M. Durocher aux eaux des glaciers est sujet à des exceptions tellement nombreuses, qu'il perd toute valeur scientifique.

» Étudions, pour achever la démonstration, la couleur des eaux des glaciers lorsqu'elles s'échappent, sous forme de rivières, des lacs dans lesquels elles ont déposé les impuretés dont elles étaient chargées. Rien n'égale l'azur des eaux du Rhône sortant du lac de Genève; elles forment un contraste frappant avec les flots gris et limoneux de l'Arve, qui vient directement des glaciers de Chamonix. Le seul exemple cité par M. Durocher est du même genre: il s'agit de l'Otta-Elv, rivière du Guldbrandsdal, vallée de la Norwége méridionale. Cette rivière traverse successivement quatre lacs avant de recevoir l'affluent du Lougen-Elv. Il n'est donc pas étonnant que ses eaux, épu-

rées en traversant ces quatre bassins, constrastent, par leur couleur bleue, avec les eaux du Lougen-Elv : c'est exactement le cas de l'Arve et du Rhône à leur jonction au-dessous de Genève. Tous deux proviennent de glaciers; mais le Rhône, gris comme l'Arve en entrant dans le lac de Genève, est bleu en sortant, parce qu'il s'est dépouillé de ses impuretés. L'Arve reste trouble, parce que, dans son cours, elle ne traverse aucun lac. Voici un dernier fait qui prouve encore mieux que la couleur bleue n'est point inhérente à l'eau des glaciers. Au haut de la vallée de Kandersteg (canton de Berne), à 1 568 mètres au-dessus de la mer, se trouve le petit lac d'Oeschinen; il est alimenté uniquement par les eaux qui tombent en nombreuses cascades des glaciers du Doldenhorn. Ce lac est d'un vert foncé. Son écoulement étant souterrain, les eaux passent à travers le sol comme à travers un filtre; elles sont limpides, transparentes, nullement bleues, d'une teinte sombre dans les endroits profonds, et rappellent, sous tous les points de vue, les eaux pures et incolores des cressonnières, et de ces petites rivières de Normandie habitées par des truites. On voit que, dans ce cas, des eaux fournies uniquement par des glaciers, et après un trajet très-court, ne présentaient la teinte bleue ni à l'état de repos ni à l'état de mouvement. »

(Suivent quelques considérations sur la distinction des stries engendrées soit par le frottement des glaciers, ou par le glissement des rochers les uns sur les autres.)

PHYSIQUE. — *Observations sur la quantité de chaleur annuellement employée à évaporer de l'eau à la surface du globe, et sur la puissance dynamique des eaux courantes des continents; par* M. **Daubrée.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Duhamel, Despretz.)

« 1°. *De la quantité de chaleur ou de force motrice annuellement employée dans l'évaporation.* — Le mécanisme de la circulation de l'eau à travers l'atmosphère ne peut s'établir, sans avoir mis en jeu une quantité de chaleur que je cherche à apprécier approximativement dans ce Mémoire, en restant, toutefois, au-dessous des valeurs réelles, plutôt que de les dépasser.

» Pour l'évaluation dont il s'agit, la quantité d'eau qui s'exhale annuellement de toute la surface du globe à l'état de vapeur peut être représentée par le volume d'eau météorique qui tombe de l'atmosphère pendant le même laps de temps. Or, en rapprochant les résultats d'observations faites à différentes latitudes dans les deux hémisphères, on est amené pour ce volume au chiffre

de 703435 kilomètres cubes, ce qui équivaut à une couche d'eau d'épaisseur uniforme qui couvrirait la terre sur $1^m,379$.

» La quantité de chaleur que l'évaporation de toute cette eau soustrait à l'écorce marine ou continentale de la terre et transporte dans l'atmosphère, suffirait théoriquement à liquéfier une couche de glace à 0 degré qui envelopperait le globe entier sur $10^m,70$ d'épaisseur. En rapprochant ce résultat de ceux signalés par M. Pouillet sur les effets de la chaleur solaire (1), on voit donc que *l'évaporation emploie une quantité de chaleur à peu près égale au tiers de celle que le soleil envoie à la terre dans le même temps*.

» Il est facile de voir que tout le combustible consommé en France pendant une année ne pourrait fondre qu'une croûte de glace couvrant l'étendue de notre pays et ayant $0^m,0017$ d'épaisseur, c'est-à-dire les 16 dix-millièmes de l'épaisseur moyenne correspondante à la chaleur d'évaporation.

» Si l'on traduit cette puissance calorifique en unités dynamiques, on voit que le travail employé en un an à répandre de la vapeur d'eau dans l'atmosphère équivaut, pour toute la terre, au moins à celui de 16214937 millions de chevaux-vapeur, ou par hectare, à celui de 318 chevaux-vapeur, ce travail étant exercé d'une manière continue aussi pendant une année. Le dernier chiffre montre immédiatement combien les forces motrices utilisées, même dans les contrées industrielles où les machines ont le plus de développement, forment une faible fraction de cette énorme puissance que la nature déploie silencieusement dans l'acte de la circulation de l'eau.

» 2°. *De la quantité de travail produite par la chute de l'eau, et particulièrement par les eaux courantes des continents.* — Dans la période descendante de la circulation, il y a à distinguer particulièrement : 1° la précipitation de l'eau de l'atmosphère, à l'état liquide ou à l'etat solide; 2° le mouvement des eaux courantes sur les continents, y compris celui des glaciers.

» L'eau que les nuages nous envoient sous forme de pluie ou de neige arrive au bas de sa course avec une vitesse ordinairement très-faible, égale à celle qui serait due à une chute de quelques mètres seulement. La presque totalité de la force vive de cette eau est donc employée à produire des effets peu sensibles pour nous.

» Il n'est pas possible d'arriver directement à la valeur de la force motrice des ruisseaux et des rivières qui arrosent un continent; mais en ayant recours à une formule où entrent la superficie de la contrée, sa hauteur moyenne au-dessus de l'Océan, le volume annuel d'eau météorique, et la

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, juillet 1838.

fraction de ce volume total qui descend jusqu'à la mer sous forme de cours d'eau, j'obtiens deux limites entre lesquelles doit être comprise la quantité de travail cherché. Pour l'Europe, ces deux limites seraient 273 508 974 et 364678620 chevaux-vapeur, fonctionnant sans cesse pendant l'espace d'une année. Ces quantités de travail correspondent par kilomètre carré à des moyennes de 25,06 et de 36,04 chevaux-vapeur agissant continuellement aussi pendant une année.

» La limite supérieure de la force motrice des eaux courantes de l'Europe est à la force motrice dépensée par l'évaporation à la surface de la terre, l'une et l'autre force étant rapportées au kilomètre carré, comme 1 est à 883. La puissance motrice des eaux courantes de toutes les terres continentales ne doit pas dépasser $\frac{1}{1800}$ du travail consacré à l'évaporation, ou environ 9 milliards de chevaux-vapeur. »

CHIMIE. — *Sur un procédé propre à déterminer, d'une manière rapide, la quantité d'azote contenue dans les substances organiques*; par M. Eug. Peligot.

(Renvoyé à l'examen de la Section d'Économie rurale.)

« La connaissance de la quantité d'azote que renferment les matières organiques est devenue tellement importante pour l'étude des questions relatives à la physiologie et à l'agriculture, qu'on me saura peut-être gré des tentatives que j'ai faites dans le but de déterminer cet élément par une méthode beaucoup plus rapide et plus simple que celles qui sont employées habituellement pour ce dosage.

» Tous les chimistes savent combien ces méthodes laissent encore à désirer. Le procédé ordinaire, qui consiste à recueillir l'azote à l'état de gaz, ne donne des résultats exacts qu'autant que la combustion de la substance azotée s'opère avec une extrême lenteur, et que cette substance est elle-même ou très-facile à brûler, ou amenée à un grand état de division. Comme cette combustion exige l'emploi de tubes très-longs, qu'il faut tenir à une température élevée pendant plusieurs heures, elle devient d'une exécution extrêmement fatigante pour l'opérateur, surtout lorsqu'il s'agit de recherches qui obligent à multiplier les dosages d'azote, comme cela arrive pour la plupart des travaux de physiologie et de chimie agricole.

» La méthode de MM. Will et Varrentrap, qui consiste à déterminer l'azote sous forme de chlorure double de platine et d'ammoniaque, présente aussi plusieurs graves inconvénients. Si la combustion de la matière organique en présence de la chaux sodée ou potassée se fait plus rapidement que

par l'autre procédé, le dosage de l'ammoniaque fourni par cette combustion est une opération toujours longue, à cause de l'évaporation au bain-marie qu'il faut faire subir au sel de platine, de sa filtration, de son lavage, puis de sa dessiccation à une température déterminée. Le poids réel du sel est, en outre, rendu incertain par suite des carbures liquides avec lesquels il se trouve souvent mélangé, carbures que l'éther et l'alcool ne séparent que difficilement. On sait, de plus, combien un composé pulvérulent, comme le chlorure double de platine et d'ammoniaque, absorbe rapidement une quantité plus ou moins grande d'humidité qu'il emprunte à l'air.

» Le procédé dont je propose l'adoption est une modification fort simple apportée à la méthode de MM. Will et Varrentrap, tellement simple que d'autres chimistes, et en particulier M. Baudrimont, ont pu songer déjà, sinon aux détails d'exécution, du moins au principe sur lequel il repose. La combustion de la matière azotée s'exécute au moyen du mélange ordinaire de chaux et de soude : l'ammoniaque, qui provient de cette décomposition, se condense dans le tube à boules des chimistes allemands. Mais ce tube, au lieu de contenir de l'acide chlorhydrique, *contient un volume ou un poids déterminé d'acide sulfurique titré*. Or, comme l'ammoniaque qui se combine avec cet acide en abaisse le titre, il devient facile, en déterminant, après que la combustion est terminée, la composition de cette liqueur et en comparant cette composition à celle qu'elle présentait auparavant, de connaître la quantité d'ammoniaque qu'elle a condensée, et, par conséquent, la quantité d'azote fournie par la matière qu'on a soumise à l'analyse.

» Cette opération s'exécute avec autant de rapidité que de précision à l'aide d'une dissolution alcaline également titrée. La liqueur alcaline dont je me sers préférablement à toute autre est une dissolution de chaux dans l'eau sucrée. On sait qu'en broyant de la chaux éteinte avec une dissolution du sucre, elle se dissout en beaucoup plus grande proportion que dans l'eau pure. Le saccharate de chaux, qui prend naissance, offre la même réaction alcaline que si la base qu'il renferme se trouvait à l'état libre. Ce composé se conserve, sans s'altérer, dans des flacons abrités du contact de l'acide carbonique de l'air; en présence de cet acide, il fournit du carbonate de chaux: mais, comme ce sel insoluble rend trouble la liqueur dans laquelle il se forme, il suffit de filtrer celle-ci, pour qu'elle puisse servir de nouveau à déterminer le titre de l'acide sulfurique employé pour ces dosages d'azote.

» Voici comment on procède à cette opération: la matière azotée étant mélangée, comme à l'ordinaire, avec la chaux sodée et introduite dans le tube à combustion qui est en verre peu fusible, et qui peut n'avoir que 60 à 70 centimètres de longueur, on adapte à ce tube l'appareil condenseur au

moyen d'un bouchon en caoutchouc, dont l'emploi convient très-bien pour éviter toute condensation d'ammoniaque. Dans cet appareil condenseur, on a introduit 10 centimètres cubes d'acide sulfurique titré, exactement mesurés avec une pipette étroite et graduée. L'acide que j'emploie contient $61^{gr},250$ d'acide bouilli (SO^3, HO) par litre d'eau : 100 centimètres cubes de cette liqueur correspondent, par conséquent, à $2^{gr},12$ d'ammoniaque ou bien à $1^{gr},75$ d'azote.

» La combustion est conduite comme à l'ordinaire ; elle est terminée quand la matière est devenue blanche, et que le dégagement des produits gazeux a cessé ; à la fin de l'opération, on déplace ceux que le tube contient encore, en y faisant passer un courant d'air.

» On verse l'acide titré, qui a condensé l'ammoniaque, dans un verre à pied, on lave avec soin l'appareil qui le contenait, puis on donne à cette liqueur, étendue de beaucoup d'eau, une coloration en rouge par l'addition de quelques gouttes de teinture de tournesol. Au moyen de la dissolution de saccharate de chaux, qui se trouve contenue dans une burette graduée en centimètres cubes et en dixièmes de centimètres cubes, on sature exactement la liqueur acide, en prenant pour guide la coloration en bleu qui se développe tout à coup dans la liqueur, au moment où le point de saturation se trouve atteint. On lit, sur les divisions de la burette, la quantité de liqueur alcaline qu'il a fallu employer pour produire cet effet. Comme on a déterminé, par un essai préalable, la quantité de saccharate de chaux qui sature 10 centimètres cubes du même acide sulfurique titré neuf, *pris à l'état normal*, en soustrayant de cette quantité celle qu'on vient de trouver pour l'acide qui a reçu l'ammoniaque de la substance azotée, on obtient le volume de la dissolution acide qui a été saturée par cet ammoniaque, et, par suite, le poids de l'azote que ce corps contient.

» Je citerai, comme exemple de l'emploi de cette méthode, dont j'ai constaté l'exactitude en opérant sur beaucoup de corps azotés, la détermination de l'azote de l'oxamide.

» On a brûlé $0^{gr},417$ de cette substance.

» 10 centimètres cubes d'acide sulfurique titré *normal* saturent 33,5 divisions de la burette contenant la dissolution alcaline de saccharate de chaux.

» 10 centimètres cubes du même acide ne saturent plus, après la combustion, que 8,5 divisions de cette même liqueur alcaline.

» En retranchant de 33,5 divisions 8,5, on a 25 divisions de liqueur alcaline, qui représentent la quantité d'acide saturé par l'ammoniaque provenant de la matière analysée. Cette dernière quantité, qu'on trouve par une proportion, est de $7^{cc},46$.

» Or, comme 10 centimètres cubes d'acide titré correspondent à $0^{gr},175$ d'azote, $7^{cc},46$ du même acide correspondent à $0^{gr},130$ d'azote contenu dans 0,417 d'oxamide. On trouve, par conséquent, que 100 de cette matière contiennent 31,3 d'azote.

» Le calcul donne 31,7.

» En procédant comme je viens de l'indiquer, un dosage d'azote peut s'exécuter en une demi-heure au plus, avec une exactitude au moins égale à celle qu'on obtient par les méthodes connues. On sait que, par ces méthodes, cette même opération dure au moins trois heures.

» J'ai constaté que des matières ne contenant que peu d'azote, comme le froment, la terre végétale, la poudrette, peuvent également être analysées de cette manière, pourvu qu'on prenne une quantité suffisante de ces substances. Je crois que ce procédé sera fort utile aux chimistes, et en particulier à ceux qui s'occupent de physiologie végétale et animale, en permettant de multiplier, sans fatigue et presque sans frais, des dosages qui n'ont ordinairement de valeur pour les résultats qu'on en déduit, qu'autant qu'ils sont comparatifs et, par suite, très-nombreux. »

CHIMIE. — *Recherches relatives à l'action du mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique fumant, sur quelques substances organiques; par* M. AUGUSTE CAHOURS.

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Balard.)

« Les expériences si curieuses de M. Pelouze sur la pyroxyline, obtenue par l'action d'un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique fumant sur les matières ligneuses, ainsi que la facile production du benzène binitrique observée par Hoffmann au moyen d'un semblable mélange, m'ont engagé à soumettre au même traitement le salycilate de méthylène et l'acide salycilique, ainsi que diverses combinaisons appartenant aux séries benzoïque, anisique, cuminique, etc., dans l'espoir de donner naissance à de nouveaux composés; mon attente n'a point été déçue, comme on pourra en juger.

» Lorsqu'on laisse tomber du salycilate de méthylène goutte à goutte dans un mélange formé de parties égales en poids d'acide sulfurique de Nordhausen et d'acide nitrique fumant, en ayant soin de refroidir le vase qui contient le mélange par des affusions d'eau froide, on obtient un liquide d'un jaune orangé d'une transparence parfaite. Si l'on étend alors la liqueur acide de huit à dix fois son volume d'eau, il se sépare une matière d'un jaune clair pesante, que l'eau dissout à peine, même à chaud, mais susceptible de se dissoudre dans l'alcool et l'éther, d'où elle se sépare sous forme d'écailles

cristallines d'un blanc légèrement jaunâtre. Ce produit donne à l'analyse des nombres qui conduisent exactement à la formule

$$\begin{matrix} C^{32}H^{12}O^{6} \\ (Az^{2}O^{4})^{2} \end{matrix}.$$

C'est donc du salycilate de méthylène, dans lequel 2 équivalents d'hydrogène se trouvent remplacés par 2 équivalents de vapeur hypoazotique. Par une action plus prolongée, on obtient un second produit qui se laisse représenter par la formule

$$\begin{matrix} C^{32}H^{10}O^{6} \\ (Az^{2}O^{4})^{3} \end{matrix}.$$

Traités par la potasse, ces deux produits se décomposent en une substance isomérique avec l'acide picrique, mais qui en diffère entièrement par l'ensemble de ses propriétés.

» L'acide anisique présentant une isomérie complète avec le salycilate de méthylène, j'ai dû nécessairement rechercher l'action qu'exercerait sur lui la liqueur sulfuronitrique. J'avais obtenu précédemment, par l'acide nitrique seul, l'acide nitranisique isomère de l'indigotate de méthylène; avec la liqueur sulfuronitrique, il se produit un acide anisique trinitrique

$$\begin{matrix} C^{32}H^{10}O^{6} \\ (Az^{2}O^{4})^{3} \end{matrix}$$

isomère du salycilate de méthylène trinitrique, susceptible de former, avec les bases alcalines, et notamment avec la potasse et l'ammoniaque, des sels d'une grande beauté.

» En traitant l'acide benzoïque à une douce chaleur par un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique dont le poids doit être au moins douze à quinze fois égal au sien, j'ai obtenu une matière parfaitement cristallisée, à laquelle l'analyse assigne la formule

$$\begin{matrix} C^{28}H^{8}O^{4} \\ (Az^{2}O^{4})^{2} \end{matrix}.$$

C'est donc l'acide benzoïque binitrique.

» L'acide cuminique, traité par l'acide nitrique fumant, échange 1 équivalent d'hydrogène contre 1 équivalent de vapeur hypoazotique, et donne ainsi naissance à l'acide nitrocuminique

$$\begin{matrix} C^{40}H^{22}O^{4} \\ Az^{2}O^{4} \end{matrix}.$$

» Si, au lieu d'employer l'acide nitrique seul, on fait usage de la liqueur sulfuronitrique, l'acide cuminique perd 2 équivalents d'hydrogène, qu'il

échange contre 2 équivalents de vapeur nitreuse, en produisant l'acide cuminique binitrique

$$C^{40}H^{20}O^{4} \atop (Az^{2}O^{4})^{2}.$$

» L'acide salycilique, traité par la liqueur sulfuronitrique, donne d'abord de l'acide indigotique (nitrosalycilique), si l'on a soin de bien refroidir; mais si l'on élève la température, une réaction violente s'établit, et l'on obtient finalement de l'acide carbazotique (nitrophénisique). Dans cette transformation de l'acide indigotique en acide carbazotique, on observe un dégagement d'acide carbonique.

» Si, au lieu d'employer l'acide nitrique seul, on opère avec la liqueur sulfuronitrique, on peut transformer, en quelques minutes, le benzoène de M. Deville $C^{28}H^{16}$ en binitrobenzoène

$$C^{28}H^{12} \atop (Az^{2}O^{4})^{2},$$

que ce chimiste avait antérieurement obtenue en faisant usage d'acide nitrique seul en grand excès et par une ébullition longtemps prolongée.

» Lorsque l'on traite le mésitylène par la liqueur sulfuronitrique, le mésitylène donne instantanément, et sans que la température s'élève, une substance cristalline susceptible de se sublimer à une douce chaleur, sous la forme d'aiguilles déliées d'une blancheur éclatante. Ce produit a pour formule

$$C^{12}H^{6} \atop Az^{2}O^{4}.$$

» Le mésitylène étant représenté par la formule

$$C^{12}H^{8},$$

on voit que le produit précédent en dérive par la substitution de 1 équivalent de vapeur hypoazotique à 1 équivalent d'hydrogène.

» La liqueur sulfuronitrique agit donc sur la plupart des substances organiques, en donnant naissance à des composés bien définis, et renfermant plus de vapeur hypoazotique que lorsqu'on emploie l'acide nitrique seul.

» Dans les divers composés dont je me suis occupé, l'introduction d'une molécule d'azote a constamment été accompagnée de l'élimination d'une molécule d'hydrogène.

» De quelle manière agit maintenant l'acide sulfurique dans le mélange précédent? Est-ce en s'emparant de l'eau que pourrait retenir la matière organique? Mais les phénomènes sont les mêmes, soit qu'on opère sur des

produits de composition ternaire contenant de l'eau de cristallisation ou de combinaison, tels que le ligneux, l'amidon, le sucre, la dextrine, etc., soit qu'on agisse sur des carbures d'hydrogène, tels que le benzène, le benzoène, le naphtalène, etc. Est-ce à l'état d'acide azotique que l'azote se trouve fixé, ou bien à l'état de vapeur hypoazotique Az^2O^4? Il me paraît bien probable que c'est sous cette dernière forme que doit entrer l'azote: du moins dans le cas où l'on agit sur des carbures d'hydrogène, on ne saurait faire d'autre hypothèse. En effet, si l'on met de l'acide azotique en présence d'un carbure d'hydrogène

$$C^m H^n,$$

on obtient toujours des produits dérivés de la forme

$$C^m H^{n-2} Az^2 O^4, \quad C^m H^{n-4} (Az^2 O^4)^2, \quad C^m H^{n-6} (Az^2 O^4)^3, \text{ etc.}$$

Or

le nitrobenzène..........	$C^{24} H^{10} Az^2 O^4$
le nitrobenzoène..........	$C^{28} H^{18} Az^2 O^4$
le nitronaphtalène........	$C^{40} H^{14} Az^2 O^4$
etc.	etc.

ne peuvent évidemment renfermer d'acide azotique AzO^5. Mais si, dans la réaction de l'acide azotique sur la matière organique, il y a substitution de la molécule Az^2O^4 à une molécule d'hydrogène, il y a nécessairement formation d'eau; ainsi

$$C^m H^n + Az^2 O^5 = C^m H^{n-2} Az^2 O^4 + H^2 O.$$

Cette eau, résultant de l'action de l'acide sur la matière organique, plus celle qui provient de la portion d'acide décomposé, s'ajoute donc à celle de l'acide azotique restant, et tend à l'affaiblir: l'acide sulfurique concentré, qu'on ajoute à l'acide azotique, ne servirait-il pas à retenir cette eau; de telle sorte que, s'opposant à l'hydratation de la partie non employée, il permette à celle-ci de réagir à son tour sur le premier produit formé, et de donner ainsi naissance à une nouvelle substance dérivée par substitution? Telle est l'opinion que je livre à la discussion, relativement au rôle que joue l'acide sulfurique dans ces phénomènes.

» On voit donc que la liqueur sulfuronitrique est un réactif d'un emploi précieux, lorsqu'on veut fixer de la vapeur hypoazotique dans une matière organique. A son aide, on a pu, dans ces derniers temps, donner naissance à de curieuses combinaisons qui, soigneusement étudiées, pourront conduire à des résultats importants, tant au point de vue de la théorie que dans la pratique. Au moyen de ce réactif, j'ai pu me procurer de nouvelles combinaisons dérivées de quelques séries dont je me suis occupé à plusieurs reprises, et notamment de celles du salycile et de l'anisyle; j'ai pu combler ainsi quel-

ques lacunes que l'emploi de l'acide nitrique seul ne m'avait pas permis de remplir. Je m'occupe de la continuation de ces recherches, en appliquant l'emploi de ce réactif à d'autres séries bien déterminées.

» J'ajouterai, en terminant, que le cumène, traité par l'acide nitrique fumant, donne du nitrocumène, et qu'il fournit du binitrocumène lorsqu'on le traite par la liqueur sulfuronitrique. En faisant agir sur ces deux produits du sulfhydrate d'ammoniaque, je me suis procuré deux nouveaux alcalis, que je désignerai sous les noms de *cumine* et de *nitrocumine*, susceptibles de former, avec les acides, des sels qui cristallisent avec une grande facilité. »

PHYSIQUE. — *Description d'un appareil destiné à donner directement la vitesse de propagation de l'électricité; par* M. **Silbermann.**

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Pouillet.)

Le Rapport devant être fait très-prochainement, nous nous bornerons à l'indication du titre de ce Mémoire.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Nouvelles recherches sur les variations séculaires des comètes dues à la résistance de l'éther; par* M. **Banet.**

(Commission précédemment nommée.)

PHYSIOLOGIE. — *Effets de l'inhalation de l'éther chez des malades soumis à diverses opérations chirurgicales* (premier et deuxième Mémoire); *par* M. **Alibran.**

(Commission de l'éther.)

M. **Pujade** soumet au jugement de l'Académie deux Mémoires ayant pour titre, l'un : *Innovations notables introduites dans la thérapeutique des eaux thermales sulfureuses;* l'autre : *Faits cliniques recueillis à l'établissement thermal d'Amélie-les-Bains, établissement fondé par M. Pujade.*

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Arago, Rayer, Lallemand.)

M. **Guiot** adresse une nouvelle rédaction de ses *recherches sur les courbes algébriques,* en demandant que ce Mémoire soit substitué au premier, sur lequel il n'a pas encore été fait de Rapport.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Buranowski** soumet au jugement de l'Académie un appareil de son invention qui a pour but d'abréger l'opération de la multiplication et d'en écarter les chances d'erreurs.

M. Baranowski fait remarquer que cet appareil est principalement applicable dans les cas où le multiplicateur est connu d'avance, comme cela a lieu pour les tarifs des douanes et ceux des chemins de fer, pour les cours de fonds publics, taux d'intérêt ou changes dans les maisons de banque.

(Commissaires, MM. Cauchy, Binet.)

M. Landouzy, qui a précédemment présenté au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie son *Traité de l'Hystérie*, adresse aujourd'hui, conformément à une disposition prise par l'Académie à l'occasion des pièces admises à ce concours, une indication de ce qu'il considère comme neuf dans son ouvrage.

M. Londe adresse, dans le même but, une Note concernant les parties de ses *Nouveaux Éléments d'hygiène*, sur lesquelles il désire appeler plus spécialement l'attention de la Commission.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre rappelle à l'Académie qu'il l'a invitée précédemment à lui désigner un candidat pour coordonner les documents laissés par feu M. *Aimé*, membre de la Commission scientifique de l'Algérie. La publication des travaux de la Commission se poursuivant avec activité, M. le Ministre prie l'Académie de vouloir bien lui faire parvenir le plus promptement possible le Rapport des Commissaires qu'elle a chargés de s'occuper de cette désignation.

Lettre de M. François Delessert *à M. le Président.*

« Mon frère, M. Benjamin Delessert, m'a légué ses collections botaniques, ses herbiers et sa bibliothèque.

» Je regarde comme un de mes premiers devoirs, envers sa mémoire vénérée, de continuer, autant qu'il pourra dépendre de moi, ses généreuses intentions envers les sciences, en facilitant les recherches des savants et des amateurs qui désirent visiter ces galeries.

» Je viens donc vous prier, monsieur le Président, de vouloir bien, si vous le jugez convenable, annoncer à l'Académie des Sciences que les collections de mon frère seront de nouveau ouvertes après la semaine de Pâques, comme elles l'ont été jusqu'à présent, et que M. Lasègue continuera

à donner, aux savants qui désireront y travailler, toutes les facilités qui leur ont été accordées précédemment. Il me sera doux de penser que cette nouvelle pourra être agréable à l'Académie des Sciences, en reportant encore ses pensées sur la mémoire d'un de ses anciens membres, auquel elle avait accordé, au mois de décembre dernier, un hommage d'intérêt dont il a été bien touché.

» Mon frère, M. Gabriel Delessert, auquel notre frère a légué ses collections de coquilles et de minéralogie, me charge de vous prier, monsieur le Président, de faire, en ce qui concerne ces dernières collections, dont M. le docteur Chenu reste le conservateur, une communication pareille à la mienne, s'unissant à toutes mes pensées pour ce qui regarde ce legs de notre frère. »

M. **Peligot** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place vacante dans la Section d'Économie rurale, et indique, parmi ses différentes publications, celles qui se rattachent plus particulièrement aux travaux propres à la Section.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

BOTANIQUE. — *Observations sur quelques faits relatifs à la végétation; par* M. J. **Persoz.**

« Pendant les années 1838, 1839 et 1840, habitant une campagne à vingt minutes de Strasbourg, je consacrais tous mes moments de loisir à des expériences sur la végétation, ainsi qu'à la culture de quelques fleurs et spécialement des dahlias. Après bien des essais, dont je crois inutile de parler ici, j'étais parvenu, au moyen d'un *composte* formé de chaux épuisée par les tanneurs, de résidus de cendres, de cendres même, d'une certaine quantité de terreau et de sang de bœuf desséché, à donner aux fleurs que je cultivais une force de végétation et un éclat de nuances qui en faisaient en quelque sorte de nouvelles variétés, qui disparaissaient bientôt, dès que l'influence du composte ci-dessus indiqué cessait de se faire sentir.

» Rentré en ville, je tins à continuer mes expériences; mais n'ayant plus alors à ma disposition qu'un jardin de quelques mètres carrés, je ne pus opérer que sur quelques pieds de vigne et sur des hortensias. Voici le résultat de quelques expériences qui me paraissent offrir un certain intérêt.

» *Traitement des hortensias.* — En 1843, je fis mettre dans une rondelle en terre de bruyère, et située à l'ombre, dix pieds d'hortensia. Durant cette année, leur végétation n'offrit rien de remarquable, et ils ne fleurirent que

l'année suivante. En 1844, à l'automne, on transporta ces divers pieds, savoir :

» Cinq dans des pots de $0^m,25$ de haut et d'un diamètre de $0^m,30$, garnis de terre de bruyère;

» Cinq dans une caisse de $1^m,82$ de long, $0^m,25$ de haut et $0^m,26$ de large, remplie de terre ordinaire, mais dans laquelle j'avais introduit un mélange composé de 3 kilogrammes d'os calcinés au noir, $1^k,50$ d'acide nitrique du commerce et $0^k,500$ de phosphate potassique, se résumant en nitrates et phosphates potassiques et calciques. La caisse, adossée au mur de ma maison, du côté du nord, ne recevait que les rayons du soleil couchant. Les cinq pots, quoique placés dans une position analogue, étaient cependant plus longtemps éclairés par le soleil.

» Dès le commencement du mois de juin 1845, on constatait déjà une différence très-grande dans la végétation de ces plantes, et, vers l'époque de l'épanouissement des fleurs (20 août), elle était si frappante, que M. Schattenmann, qui vint me voir à cette époque, en fut frappé.

» En 1846, le développement des pieds d'hortensia, soumis à l'influence des phosphates et des nitrates, fut prodigieux, comparativement à celui des pieds qui avaient végété dans la terre de bruyère et qui étaient d'égale force deux années auparavant. Il me suffira de dire que, sur les cinq pieds réunis dans la même caisse, on ne comptait pas moins de deux cent soixante-dix-huit pousses de l'année, dont la majeure partie atteignait $0^m,80$ de long; chacune de ces pousses était chargée de plusieurs ombelles, dont quelques-unes n'avaient pas moins de 20 à 25 centimètres de diamètre. Les feuilles aussi indiquaient une végétation vigoureuse : elles étaient d'un vert foncé, charnues, et de dimension un tiers de fois plus forte que celles des sujets qui me servaient de terme de comparaison.

» Des boutures de l'année précédente, plantées au printemps de 1846, les unes dans de la terre de bruyère, les autres dans de la terre ordinaire, chargée d'un mélange de phosphate et de nitrate calcique et potassique, présentent, à l'heure qu'il est, des différences non moins frappantes.

» *Traitement de la vigne.* — A l'automne de l'année 1842, je plantai, à environ 2 mètres de distance, deux boutures de chasselas qu'on tailla très-court durant les deux premières années, pour donner plus de force au pied; au bout de la deuxième année, ils avaient l'un et l'autre une végétation également bien déterminée. Je soumis alors l'un d'eux au traitement que voici : je mis à son pied, mais à une certaine distance des racines, $0^k,5$ de silicate potassique, et $1^k,5$ de phosphate calcicopotassique, mélangés

à un poids égal de sang desséché et d'excréments d'oies soumises à l'engrais (1).

» Dès 1845, le bois de ce pied de vigne prit un tel développement, qu'on eût dit voir une espèce à végétation vigoureuse et rapide, greffée sur une autre plus paresseuse. Le diamètre du bois qui a poussé en 1844 est de 15 millimètres; celui de la pousse de 1845 est de 23 millimètres.

» En 1846, il n'était plus possible d'établir de comparaison entre ce pied de vigne et celui qui avait été abandonné à lui-même. La pousse du premier, durant l'année 1846, a été de $10^{m},97$; et sur neuf jets, je récoltai vingt-cinq grappes, à grains gros et serrés. La pousse de l'autre pied de vigne n'a été que de $4^{m},6$, et deux ou trois fleurs qu'elle portait ont avorté. Il sera intéressant de voir jusqu'à quelle limite s'étendra l'action des phosphates sur le pied de vigne en traitement.

» D'après ces expériences, faites sur des plantes aussi éloignées que la vigne et l'hortensia, on comprend l'influence que les sels que nous avons employés peuvent exercer sur la végétation, et, par suite, la nécessité d'être fixé sur l'action de certains corps envisagés à ce point de vue.

» Jusqu'ici, la méthode d'expérimentation qu'on a suivie, a eu pour conséquence les résultats les plus contradictoires, et souvent les plus opposés à ce qui a lieu dans la nature. Je n'en citerai que quelques exemples. On a vu dernièrement des expérimentateurs soutenir, les uns qne les sels ammoniacaux ont pour effet de tuer les plantes; les autres, au contraire, que ces sels contribuent à leur développement. Il est un fait certain, c'est que si l'on verse quelque peu d'une dissolution d'acétate, de sulfate, de chlorure ou de carbonate ammoniques, au pied d'une plante du genre *Viola*, d'une pensée par exemple, en quelques heures et souvent même en moins de temps, on la voit dépérir. Un *Cobea scandens*, très-vigoureux, a péri aussi promptement pour avoir été arrosé, au pied, d'une certaine quantité d'acétate ammonique. Cependant on sait parfaitement que ces plantes, surtout les premières, affectionnent l'engrais.

» J'ai vu un pied de vigne très-fort et très-sain, au pied duquel on versait assez fréquemment de l'urine, périr dans l'espace de deux mois. Faudrait-il conclure de cette observation, que les matières animales sont contraires à la vigne? Ce serait une grave erreur; ne sait-on pas, au contraire, qu'il n'y a pas d'engrais plus énergique et plus durable pour la vigne, que la *peau*, les *os* et les matières *cornées des animaux?*

(1) Ces excréments renferment encore beaucoup de fécule et de corps gras.

» Il est évident, d'après les expériences que nous avons faites sur les hortensias, que ces plantes prospèrent étant en contact avec des doses assez fortes de phosphate et de nitrate calciques ; et cependant, au mois de juillet dernier, nous avons fait périr en trois jours un hortensia, pour avoir jeté sur ses racines un mélange de phosphate et de nitrate, composé dans les mêmes proportions que celui auquel nous avions dû le développement remarquable dont nous avons parlé plus haut, en l'employant à une autre époque.

» Que les agronomes et les chimistes consultent les expériences de Th. de Saussure touchant l'action qu'exercent un grand nombre de solutions salines ou autres, sur les plantes en général, et ils se trouveront naturellement conduits à cette conséquence, que beaucoup de sels, ainsi que le sucre et la gomme, font périr les plantes ; cependant nous nous sommes convaincu, par des observations qui nous sont particulières, et que nous publierons plus tard, que ces agents, au lieu d'être toxiques, peuvent jouer au contraire, à l'égard des végétaux, dans des conditions données, le rôle de corps nutritifs.

» Comment douter que tous ces faits contradictoires ne tiennent au mode d'expérimentation, et à ce qu'on ne s'est pas assez attaché à découvrir les fonctions qu'ont à remplir les divers agents qui peuvent concourir à la végétation ?

» Quelle conclusion tirer d'expériences faites en vue de découvrir l'action d'une substance soluble sur une plante, soit en cherchant à faire végéter celle-ci dans la dissolution dont on veut connaître l'effet, soit en employant cette même dissolution pour arroser la plante ? Aucune assurément, puisque, dans l'un et dans l'autre cas, on lui donne une véritable indigestion dont elle est appelée à périr.

» En Suisse, ce pays classique des engrais liquides, ce n'est qu'après les pluies, et lorsque la terre est bien imprégnée d'humidité, qu'on répand ces engrais, dont l'action sur les plantes est alors infiniment moins directe. Ainsi donc, pour décider de l'efficacité ou de l'inefficacité d'une substance sur une plante, faut-il connaître préalablement le mode d'après lequel on doit l'employer. Or ce mode ne peut se déduire que du rôle même que la substance est appelée à jouer, et c'est à ce genre d'étude que nous nous livrons en ce moment. »

M. Persoz, en adressant un paquet cacheté, y joint la Lettre suivante :

« Désirant déterminer le rôle des agents qui concourent directement ou indirectement à l'accroissement des végétaux, j'ai dû, après avoir examiné sous ce point de vue l'eau et l'acide carbonique, m'occuper de l'action

qu'exercent sur les plantes l'ammoniaque et l'acide nitrique, dont la relation ne peut être contestée depuis la publication déjà ancienne des travaux des phlogistiqueurs (1), dont M. Kuhlmann a récemment confirmé l'exactitude. Arrivé, dans mes recherches, à la formation d'un produit qui me paraît nouveau et digne d'une étude approfondie, je prie l'Académie de vouloir bien recevoir en dépôt le paquet cacheté ci-joint, en même temps que cette Lettre. Il renferme une Note sur les principes qui m'ont servi de point de départ, et sur les circonstances mêmes de la formation du composé dont je parle. »

ASTRONOMIE. — *Note sur la comète de* M. Hind; *par* M. **Yvon Villarceau.**

« L'intérêt que présente l'observation d'une comète qui s'approche beaucoup du soleil m'a engagé à calculer une autre orbite de la nouvelle comète, au moyen d'observations qui vont jusqu'au 14 mars 1847. Ainsi que je l'avais dit dans une précédente communication, la durée de la révolution que j'ai présentée pouvait être considérablement modifiée. Effectivement, les observations récentes ne peuvent être représentées qu'avec des éléments sensiblement paraboliques. En me servant de l'observation du 10 février, de M. Hind, et de deux observations faites les 24 février et 14 mars à l'Observatoire de Paris, j'ai obtenu les éléments paraboliques suivants :

Longitude du nœud ascendant	21°50′41″	Équinoxe moyen du 0 février 1847.
Longitude du périhélie	276°12′21″	
Inclinaison	48°40′ 1″	
Distance périhélie	0,0420144	
Passage au périhélie	30,2850, mars 1847, t. m. de Paris.	
Mouvement	Direct.	

Les deux observations de Paris, ci-dessus, ont donné, pour positions de la comète,

24 423 73 février, t. m. de Paris.	Æ = 345° 54′ 38″,1	D = 58° 12′ 15″,3
14 344 02 mars	Æ = 1° 11′ 41″,7	D = 37° 34′ 22″,3

» Les observations employées sont représentées sans autres erreurs sensibles que celles relatives aux latitudes, le 10 et le 24 février, et qui s'élèvent à près de 12″.

» Quelque imparfaits que soient encore ces éléments, je m'en suis servi, pour calculer les positions apparentes de la comète, dans le voisinage des

(1) *Voir*, entre autres, le Mémoire de Milner lu à la Société royale de Londres, le 2 juillet 1789. (*Observations sur la Physique*, etc., tome XXXVI, part. 1, 1790, mars; pages 171 à 179.)

points où elle traverse l'écliptique au nœud descendant d'abord, puis ensuite au nœud ascendant. J'en ai déduit les positions à l'instant du passage au méridien de Paris, pour les 30, 31 mars et 1er avril, afin qu'on puisse tenter d'observer la comète aux instruments méridiens. Enfin, j'ai suivi sa marche dans le ciel jusqu'au 15 mai, époque à laquelle sa distance à la terre sera environ égale à deux fois un quart la moyenne distance de la terre au soleil.

» Les résultats du calcul sont consignés dans le tableau suivant :

Positions apparentes.

JOURS.	LATITUDE géocentrique de la comète.	EXCÈS de la longitude de la comète sur celle du soleil.	DISTANCE angulaire au bord du soleil le plus voisin.	ASCENSION DROITE de la comète.	DÉCLINAISON de la comète.
h	° ′ ″	° ′ ″	° ′ ″	h m s	° ′ ″
29 mars 10	+ 0.49. 0	— 0.24.45	0.38.51		
12	+ 0.31.29	— 0.35.47	0.31.38		
14	+ 0.14.00	— 0.46.28	0.32.30		
16	— 0. 3.23	— 0.56.51	0 40.55	0.29. 3,4	+3. 4.44
18	— 0.20.31	— 1. 6.41	0 53.45	0.29.12,5	2.47. 4
20	— 0.37.14	— 1.15.53	1. 8.29	0.29.23,3	2.30. 2
22	— 0.53.14	— 1.24. 0	1.23.25	0.29.36,8	2.14. 5
30 0	— 1. 8.11	— 1.30.48	1.37.31	0.29.53,5	1.59.36
2	— 1.21.36	— 1.35.56	1.49.54	0.30.14,1	1.47.17
4	— 1.32.58	— 1.38.53	1.59.41	0.30.39,1	1.37.32
6	— 1.41.45	— 1.39.21	2. 6.10	0.31. 9,5	1.31.13
8	— 1.47.36	— 1.37.15	2. 9. 0	0.31.44,7	1.28.37
30 18	— 1.38.42	— 0.57.59	1.38.26	0 35.25,5	2. 1.58
31 0	— 1.17.17	— 0.25.42	1. 5.25	0.37.45,2	2.40.10
31 6	— 0.52.32	+ 0. 6.21	0.36.53	0.39.58,7	3.21.18
12	— 0.26.58	+ 0.36.56	0.29.42	0.42. 5,9	4. 2.35
18	— 0. 1.34	+ 1. 5.42	0.49.41	0.44. 6,8	4.43. 0
1 avril 0	+ 0.23.17	+ 1.32.43	1.19.34	0.46. 2,3	5.22.12
6	+ 0.47.25	+ 1.58.10	1.51.18	0.47.53,4	6. 0. 5

Positions apparentes au moment du passage au méridien de Paris.		
30 mars......	Æ = 0h.29m.53s,6	D = + 1°.59′.30″
31 mars......	0.37.47,0	+ 2.40.42
1 avril......	0.46. 5,2	+ 5.23.11

Positions vraies à 8 heures temps moyen de Paris.		
Avril 5	Æ = 1h.12m.19s,8	D = 14°. 5′.13″
15	1.55.33,1	25.49.48
25	2.29.16,7	32.48.32
Mai 5	2.58.34,8	37.38. 3
15	3.24.52,3	41.13.15

» Si l'on regarde comme suffisamment approchés, les éléments qui ont servi de base à nos calculs, on conclura des chiffres qui précèdent, que le passage de la comète sur le disque du soleil ne pourra avoir lieu, et que la plus courte distance à laquelle elle s'approchera de son bord est d'environ 30′ ou égale au diamètre du soleil, dans les deux cas. Les époques de ces plus courtes distances seraient le 29 mars vers minuit et le 31 à pareille heure. La parallaxe n'aurait d'ailleurs aucune influence pour modifier ces résultats, puisqu'elle diffère à peine de 1″ de celle du soleil, soit en plus, soit en moins.

» Les positions, calculées de dix en dix jours, montrent que la comète traversera la constellation des Poissons, s'approchera des étoiles β et α du Bélier, et s'éloignera ensuite dans la direction qui va de ces étoiles à Algol. La comète pourra donc être observée, après le coucher du soleil, pendant un mois environ. »

CHIMIE. — *Réponse à une réclamation de* M. Wurtz *relative à l'acide sulfoxiphosphovinique et à ses composés;* Lettre de M. Cloez.

« La Note que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans son avant-dernière séance, a été le sujet d'une réclamation de la part de M. Wurtz. Je n'ai nullement l'intention de contester à ce chimiste la priorité de la découverte des sulfoxiphosphates, bien que j'aie obtenu ces sels, il y

a environ quinze mois, au laboratoire de M. Regnault à l'École Polytechnique.

» La publication des premiers résultats auxquels j'étais parvenu, a été retardée par l'étude de nouveaux composés qui se forment quand on traite le chlorosulfure de phosphore par l'alcool, l'esprit-de-bois et les dissolutions alcooliques de bases alcalines.

» La partie imprimée du travail de M. Wurtz m'a fait supposer qu'il n'avait pas entrevu l'existence de la nouvelle série de corps dont ma Note a été l'objet, et c'est pour ne pas perdre entièrement le fruit de recherches longues et pénibles, que j'ai cru devoir la communiquer à l'Académie. J'ignore depuis combien de temps M. Wurtz s'occupe du même sujet que moi; je puis invoquer le témoignage de M. Cahours, pour l'époque à laquelle mes premiers essais ont eu lieu. Mon savant maître, M. Chevreul, a eu également connaissance, au mois de mai dernier, du sujet de mes recherches, que je faisais alors en commun avec M. Bouquet. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — M. **Berthault** adresse la *description et la figure d'un appareil mis en jeu par la détonation de la pyroxyline, de la poudre à canon et autres composés fulminants.*

M. **Leps**, lieutenant de vaisseau, commandant le bâtiment à vapeur *le Vautour*, annonce que, dans la nuit du 15 au 16 mai, son bâtiment, qui se rendait de Bone à Alger, s'est trouvé au milieu d'un *air chargé de poussière*. Le soir, vers 9 heures, le bâtiment étant à peu près à la hauteur du cap Bougaroni et non loin du petit port de Jigelly, on commença, malgré l'obscurité de la nuit, à s'apercevoir de la présence de cette poussière, par l'impression qu'elle causait sur la peau et surtout sur les yeux; mais on supposa que c'était la cendre des fourneaux entraînée par le tirage. Le matin cependant on reconnut que tout le pont du bâtiment, la mâture, les voiles, le gréement étaient couverts de poussière. On supposa que l'obscurité profonde, qui avait duré depuis 9 heures du soir jusqu'à 2 heures du matin, était due à ces nuages de poussière. M. Leps remarque que, pendant le passage de ces nuages, le vent avait été constamment de l'ouest ou du nord-ouest.

Une seconde partie de la Note de M. Leps est relative à des *trombes* observées également à bord du *Vautour*. La Note contient enfin un relevé des observations barométriques faites dans les jours où se sont présentés les phénomènes en question.

Un échantillon de la poudre recueillie le 17 mai est renvoyée à l'examen de MM. Dufrénoy et Pelouze.

M. **Robin** adresse une nouvelle Note sur l'*inhalation de l'éther*. Il rappelle que, dans une précédente communication, en date du 25 janvier 1847, non-seulement il avait attribué l'insensibilité produite à un commencement d'asphyxie, mais encore qu'il avait montré comment cette asphyxie est un résultat nécessaire de l'action de l'éther sur le sang. M. Robin s'attache à démontrer aujourd'hui que les faits communiqués ultérieurement à l'Académie viennent à l'appui de cette explication, et tendent également à indiquer comme moyen rationnel de traitement pour l'intoxication éthérée, l'emploi de l'oxygène libre ou de l'oxygène à l'état naissant.

M. **Paret** prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission à l'examen de laquelle a été soumis son Mémoire sur la *chaleur spécifique des corps*.

M. **Stein**, qui avait précédemment soumis au jugement de l'Académie des Sciences un *orgue expressif* pour lequel il a imaginé des dispositions nouvelles, demande que la Commission chargée d'examiner cet instrument veuille bien s'adjoindre quelques membres de l'Académie des Beaux-Arts.

M. **Gouyon** adresse la description d'un petit *appareil* au moyen duquel on peut faire des saignées locales, et dont il croit que l'emploi pourrait, dans bien des cas, être substitué avec avantage soit à l'application des sangsues, soit à celle des ventouses scarifiées.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente la liste suivante de candidats pour une place vacante de correspondant :

1°. M. Kuhlmann, à Lille;

2°. Et par ordre alphabétique,

M. Ridolphi, à Pise;
M. Rieffel, directeur de l'Institut agronomique de Grand-Jouan;
M. Schattenmann, à Bouxwiller (Bas-Rhin).

Les titres de ces candidats sont discutés. L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 mars 1847, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences, 1er semestre 1847, n° 12; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; n° 11, 15 mars 1847; in-8°.

Enquête sur la maladie des Pommes de terre en France, pendant les années 1845 *et* 1846. — *Examen et analyses de divers échantillons des récoltes, présentés à la Société royale et centrale d'Agriculture; par* M. PAYEN; broch. in-8°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRRÉ; février 1847; in-8°.

Encyclopédie moderne. Dictionnaire abrégé des Sciences, des Lettres, des Arts, etc.; nouvelle édition, publiée par MM. DIDOT, *sous la direction de* M. L. RENIER; 71e et 72e livraison; in-8°.

Annales de la Société entomologique de France; 2e série, tome IV, 3e et 4e trimestre; in-8°.

Nouvelles Suites à Buffon. — Histoire des Insectes hyménoptères; tome IV; in-8°, avec planches in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; par M. D'ORBIGNY; livraisons 99 et 100; in-8°.

Atlas général des Phares et Fanaux, à l'usage des Navigateurs; par M. COULIER; *publié sous les auspices de S. A. R. Monseigneur le Prince* DE JOINVILLE. 17e livraison. — (*Norwége.*) In-4°.

Recherches sur les Empoisonnements pratiqués par les nègres à la Martinique; par M. le docteur RUFZ; in-8°. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Enquête sur le Serpent; par le même; in-8°. (Cet ouvrage est adressé pour le même concours.)

Société Philomatique de Paris. — Extraits des Procès-Verbaux des séances pendant l'année 1846. In-8°.

A.

ERRATA.

(Séance du 22 mars 1847.)

Page 476, ligne 12, *au lieu de* ϖ, 2ϖ, . . ., *lisez* 0, ϖ, 2ϖ, . . .

Page 479, ligne 5, *au lieu de* entier, *lisez* entier et impair.